

Moderní metody vytápění rodinného domu

New methods for heating residential home

Bc. Daniel Jašurek

Diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Zděnek Hradílek, DrSc.

Ostrava, 2021

Abstrakt

Cieľom tejto práce je návrh optimálneho vykurovania, chladenia a rekuperácie pre zvolený rodinný dom. Pri stanovenom návrhu je nutné poznať stavebnú štruktúru objektu, umiestnenie, rovnako aj jeho tepelné straty, na základe ktorých sa s návrhom ďalej pracuje. V teoretickej časti sú spracované jednotlivé spôsoby vykurovania domácností. Následne som rozobral spôsoby chladenia a rekuperácie rodinných domov. V praktickej časti som počítal tepelné straty v programe Techcon, na základe ktorých sa následne hľadá a dimenzuje vhodný vykurovací zdroj. Popri problematike vykurovania v praktickej časti riešim aj rekuperáciu a chladenie. Vyberám vhodné systémy pre vykurovanie, chladenie a rekuperáciu s ohľadom na danú stavbu. Tieto systémy vo finále porovnám na základe multikriteriálnej analýzy a vyberám vhodné riešenie s ohľadom na určené kritéria.

Kľúčové slová

Rodinný dom, vykurovanie, rekuperácia, chladenie, tepelné straty, tepelné čerpadlo, elektrické vykurovanie, multikriteriálna analýza, prevádzkové náklady.

Abstract

The aim of this work is the design of optimal heating, cooling and recuperation for the selected family house. When determining the design, it is necessary to know the building structure of the building location as well as its heat loss, based on which the design is further worked on. The theoretical part deals with individual methods of household heating. First, I discussed the methods of cooling and recuperation of family houses. In the practical part, I calculated heat losses in the Techcon program, based on which a suitable heating source is then searched for and dimensioned. In addition to the issue of heating in the practical part, I also deal with recuperation and cooling. I choose suitable systems for heating, cooling and recuperation with regard to the building. In the end, I will compare these systems on the basis of a multicriteria analysis and selected a suitable solution with regard to the specified criteria.

Keywords

Family house, heating, recuperation, cooling, heat losses, heat pump, electric heating, multicriteria analysis, operating costs.

PodĎakovanie

Týmto by som sa chcel poďakovať pánu prof. Ing. Zďenku Hradílkovi, DrSc., doc. Ing. Vladimírovi Královi, Ph.D. za cenné rady počas tvorby mojej diplomovej práce.

Obsah

Zoznam použitých symbolov a skratiek	6
Zoznam použitých obrázkov	8
Zoznam použitých tabuliek	9
Úvod	9
1. Teoretický rozbor vykurovania, rekuperácia a chladenie v rodinnom dome	11
1.1. Elektrické vykurovacie systémy	11
1.1.1. Akumulačné elektrické vykurovanie	11
1.1.2. Priamo výhrevné elektrické vykurovanie	13
1.1.3. Konvekčné elektrické vykurovanie	13
1.1.4. Podlahové vykurovanie ohrevnými káblami	14
1.1.5. Sálavé elektrické vykurovanie	14
1.1.6. Vykurovanie pomocou teplovodných elektrokotlov	14
1.1.7. Zmiešané (hybridné) elektrické vykurovanie	15
1.2. Plynové vykurovanie	15
1.2.1. Plynové vykurovanie s kondenzačnou technikou	15
1.3. Vykurovanie tuhým palivom	16
1.3.1. Koks	17
1.3.2. Ekologický hrášok (Ekohrašok)	17
1.3.3. Vykurovanie biomasou	18
1.4. Tepelné čerpadlá	18
1.4.1. Princíp funkcie tepelného čerpadla	18
1.4.2. Jednotlivé typy tepelných čerpadiel	20
1.4.3. Prevádzkovanie tepelných čerpadiel	23
1.5. Slniečna energia	24
1.5.1. Solárny termický systém	25
1.5.2. Delenie solárnych kolektorov	25
1.6. Rekuperácia a chladenie v rodinnom dome	27
1.6.1. Hlavné rozdelenie systémov klimatizácie	27
1.6.2. Prevádzkové režimy, funkcie	27
1.6.3. Vzduchové systémy	29
1.6.4. Vodné systémy	29
1.6.5. Chladivové systémy	29
1.6.6. Kombinované systémy vzduch – voda	30

1.6.7.	Typy klimatizačných jednotiek	30
1.7.	Rekuperácia	30
1.7.1.	Aktívna rekuperácia.....	31
1.7.2.	Pasívna rekuperácia	31
2.	Výpočet energie potrebnej k temperovaniu rodinného domu.....	32
2.1.1.	Teoretický rozbor tepelných strat.....	32
2.1.2.	Riešený objekt	33
2.1.3.	Techcon	33
2.1.4.	Výpočet potrebnej tepelnej energie pre temperovanie rodinného domu a k príprave TÚV 35	
3.	Alternatívny návrh vykurovania, rekuperácia a chladenie zadaného rodinného domu so zahrnutím moderných metód.....	37
3.1.	Jednotlivé varianty vykurovania navrhnutého rodinného domu	37
3.1.1.	Alternatíva č. 1 – Tepelné čerpadlo vzduch /voda	37
3.1.2.	Alternatíva č. 2– Tepelné čerpadlo zem /voda	40
3.1.3.	Alternatíva č. 3 Elektrická energia - elektrokotol.....	42
3.1.4.	Alternatíva č.4 Elektrické priamovýhrevné vykurovanie.....	44
3.2.	Vyhodnotenie vykurovacích systémov multikriteriálnou analýzou	44
3.3.	Výber rekuperácie zvoleného rodinného domu.....	47
3.3.1.	Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka recoVAIR VAR 60/1 D.....	48
3.3.2.	Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka HR 100W	50
3.3.3.	Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka ComfoAir 70	51
3.3.4.	Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka Quantum NEXT	52
3.4.	Vyhodnotenie lokálnej rekuperácie multikriteriálnou analýzou.....	54
3.5.	Výber chladenia zvoleného rodinného domu	55
3.5.1.	Nástenná klimatizácia Daikin Sensira	56
3.5.2.	Nástenná klimatizácia Wind Free Ultra AR9600	57
3.5.3.	Nástenná klimatizácia LG Standard	58
4.	Vyhodnotenie chladenia multikriteriálnou analýzou.....	59
5.	Záver.....	62
	Použité zdroje.....	64
	Zoznam príloh	68

Zoznam použitých symbolov a skratiek

A	Ampér
Co_2	oxid uhličitý
dB	decibel
EER	nominálna účinnosť
h	hodina
Hz	Hertz
k	kritérium
l	liter
MCA	multikriteriálna analýza
mm	milimeter
m^2	meter štvorcový
m^3	meter kubický
n_i	počet vybraných kritérií
n	počet osôb v domácnosti
P_d	dodaný elektrický výkon (W)
P_p	výkon predaný do vykurovacieho systému (W)
ppm	parts per minutes (častice za minúty)
$Q_{TUV/deň}$	denná spotreba tepla na prípravu TUV (kWh/deň)
$Q_{TUV/r}$	ročná spotreba tepla k príprave TUV (kWh/rok)
RD	rodinný dom
SEER	sezónna účinnosť
S_i	plocha miestnosti (m^2)
S_k	dĺžka kolektoru (m)
TČ	tepelné čerpadlo
$t_{int,i}$	vnútorná teplota vykurovaného priestoru ($^{\circ}C$)

TÚV	teplá úžitková voda
TV	teplá voda
TZB	technické zariadenia budov
U	súčiniteľ prestupu tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
V	Volt
V_i	objem miestnosti (m^3)
$V_{\text{osb/deň}}$	objem na osobu za deň (m^3)
$V_{\text{TÚV}}$	objem k príprave TÚV (m^3)
w	kompromisná varianta
WSA	metóda váženého súčtu
€	euro
ε	výkonové číslo

Zoznam použitých obrázkov

Obr.č. 1 Typy akumulčných ohrievačov [1].....	12
Obr.č. 2 Akumulačné elektrické podlahové vykurovanie [1].....	12
Obr.č. 3 Cirkulácia vzduchu v miestnosti [1].....	13
Obr.č. 4 Vykurovacie káble zaliaté do betónu [2].....	14
Obr.č. 5 Sálavé elektrické vykurovanie [1].....	14
Obr.č. 6 Principiálne znázornenie plynovej kondenzačnej technológie [4]	16
Obr.č. 7 Principiálna schéma vykurovania peletami [6]	16
Obr.č. 8 Koks [5].....	17
Obr.č. 9 Popis funkcií kotla na ekologický hrášok [8]	17
Obr.č. 10 Princíp funkcie tepelného čerpadla [1].....	18
Obr.č. 11 Princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla [1].....	19
Obr.č. 12 Tepelné čerpadlo vzduch – voda [1].....	20
Obr.č. 13 Tepelné čerpadlo s plošným kolektorom [1]	21
Obr.č. 14 Tepelné čerpadlo s geotermálnym vrtom [1].....	21
Obr.č. 15 Tepelné čerpadlo s výskytom povrchovej vody [1].....	22
Obr.č. 16 Tepelné čerpadlo s výskytom spodných vôd [1]	23
Obr.č. 17 Tepelné čerpadlo v monovalentnom režime [1]	23
Obr.č. 18 Tepelné čerpadlo v monoenergetickom režime [1]	24
Obr.č. 19 Tepelné čerpadlo v bivalentnom režime [1].....	24
Obr.č. 20 Kondenzačná technika spolu so solárnou termikou [10].....	25
Obr.č. 21 Ploché solárne kolektory [10].....	26
Obr.č. 22 Trubicové vákuové kolektory [10]	26
Obr.č. 23 Princíp chladenia [1]	28
Obr.č. 24 Princíp vykurovania pri klimatizácii [1].....	28
Obr.č. 25 Split – dvojdielná klimatizácia [1]	30
Obr.č. 26 3D vizualizácia rodinného domu.....	34
Obr.č. 27 Údaje jednotlivých stien.....	34
Obr.č. 28 Grafy hodnôt o výkone pri vykurovacej prevádzke u T.Č. 12 kW aroTHERM [16].....	38
Obr.č. 29 T.Č. aroTHERM plus, uniTOWER plus [15].....	39
Obr.č. 30 flexoCOMPACT exclusive so integrovaným zásobníkom TÚV [23].....	41
Obr.č. 31 Elektrokotol Tronic Heat 3500 + popis súčastí [25].....	43
Obr.č. 32 Fullero trojuholník [30]	45
Obr.č. 33 recoVAIR VAR 60/1 D – znázornenie princípu [21].....	48
Obr.č. 34 Rekuperačná jednotka HR100W [32]	50
Obr.č. 35 Rekuperačná jednotka ComfoAir 70 [36]	51
Obr.č. 36 Rekuperačná jednotka Quantum Next [38]	53
Obr.č. 37 Nástenná klimatizácia Daikin Sensira [41]	56
Obr.č. 38 Samsung Wind Free Ultra AR9600 [42]	57
Obr.č. 39 Nástenná jednotka LG Standard [43]	58
Obr.č. 40 Vonkajšie žalúzie Z 90 [45]	60

Zoznam použitých tabuliek

Tab.č. 1 Tepelné straty v jednotlivých miestnostiach	34
Tab.č. 2 Parametre aroTHERM plus s modulom uniTOWER plus [15].....	39
Tab.č. 3 Orientačné investičné náklady, T.Č. vzduch – voda [17].....	40
Tab.č. 4 Extrakčná kapacita pôdy podľa normy VDI 4640 [22]	40
Tab.č. 5 Technické parametre flexoCOMPACT VWF 118/4 [23]	42
Tab.č. 6 Orientačné investičné náklady – flexoCOMPACT [17].....	42
Tab.č. 7 Technické parametre elektrokotla so zásobníkom TÚV [25].....	43
Tab.č. 8 Orientačné investičné náklady - elektrokotol [26]	43
Tab.č. 9 Orientačné investičné náklady – podlahové vykurovanie [27],[28].....	44
Tab.č. 10 Kritéria jednotlivých variant vykurovania.....	45
Tab.č. 11 Váhy jednotlivých kritérií – vykurovanie.....	46
Tab.č. 12 Výsledky jednotlivých porovnávaných variant – vykurovanie	46
Tab.č. 13 Množstvo privedeného/odvedeného vzduchu podľa normy	47
Tab.č. 14 Hodnoty prietoku vzduchu pre uvažovaný rodinný dom	49
Tab.č. 15 Technické parametre recoVAIR VAR 60/1 D [21].....	49
Tab.č. 16 Orientačné investičné náklady recoVAIR VAR 60/1 D [17]	49
Tab.č. 17 Technické parametre HR100W - Regulus [33]	50
Tab.č. 18 Orientačné investičné náklady HR100W – Regulus [34],[35]	51
Tab.č. 19 Technické parametre ComfoAir – Zehnder [36].....	52
Tab.č. 20 Orientačné investičné náklady ComfoAir 70 – Zehnder [37]	52
Tab.č. 21 Technické parametre Quantum Next – TZBprodukt [38]	53
Tab.č. 22 Orientačné investičné náklady Quantum Next – TZBprodukt [39].....	53
Tab.č. 23 Kritéria jednotlivých variant rekuperácie	54
Tab.č. 24 Váhy kritérií - rekuperácia.....	54
Tab.č. 25 Výsledky jednotlivých porovnávaných variant rekuperácie.....	55
Tab.č. 26 Technické parametre Daikin Sensira [41]	56
Tab.č. 27 Orientačné investičné náklady Daikin Sensira [41]	57
Tab.č. 28 Technické parametre Wind Free Ultra AR9600 [42]	57
Tab.č. 29 Orientačné investičné náklady Wind Free Ultra AR9600 [42]	58
Tab.č. 30 Technické parametre LG Standard [43]	58
Tab.č. 31 Orientačné investičné náklady LG Standard [44].....	59
Tab.č. 32 Kritéria jednotlivých variant chladenia R.D.....	59
Tab.č. 33 Váhy kritérií – chladenie	59
Tab.č. 34 Výsledky jednotlivých porovnávaných variant - chladenie.....	60
Tab.č. 35 Parametre zvolenej žalúzie [45]	61
Tab.č. 36 Orientačné investičné náklady na základe ponuky - žalúzie	61

Úvod

Vykurovanie je jednou z najhlavnejších súčastí rodinného domu. Teplo domova je už od nepamäti spojované s pocitom pohodlia a harmónie. Faktom zostáva, že vo svojom domove trávime väčšinu času svojho života, preto je veľmi dôležité požadovať práve túto pohodu a komfort.

Tému tejto práce som si vybral z dôvodu, že je to téma veľmi zaujímavá a v dnešnej dobe veľmi opomínaná. Energetické požiadavky na budovu s postupom času neustále narastajú a dostávajú sa do popredia novšie a novšie trendy v oblasti vykurovania, rekuperácie a chladenia. Osobne som sa chcel dozvedieť viac o jednotlivých spôsoboch moderného riešenia týchto problematík, hlavne na čo si mám dávať ako potencionálny investor pozor pri rekonštrukcii a výmene zdroja tepla, výhody a nevýhody. V neposlednom rade ma zaujímalo, ako čo najefektívnejšie doceliť výmenu vzduchu s čo najmenšími tepelnými stratami a ako efektívne chladiť môj rodinný dom, to všetko s ohľadom na ekonomiku prevádzky, investičných nákladov a iných rôznorodých kritérií.

Na to, aby bola vykurovacía sústava prevádzkovaná správne, je potrebné ju výkonovo nadimenzovať tak, aby sme počas vykurovacej sezóny nemuseli vykurovať na plný výkon a nevrážali sme zbytočne veľké množstvo financií do prevádzky. Aby sme mohli pri tomto správne postupovať, je nutné poznať tepelné straty daného objektu, z ktorých následne vychádzame.

Ak chceme doceliť čistotu dýchaného vzduchu v domácnosti a zamedziť zbytočnej tepelnej strate objektu, mali by sme sa poobhliadnuť po vhodnej strojovej rekuperácii. Pri výbere vhodnej rekuperácie záleží od požiadaviek investora, ale aj na schopnosti daných jednotiek splniť jednotlivé požiadavky na výmenu vzduchu a prípustného množstva oxidu uhličitého, doporučeného z noriem a požiadavkou na kvalitu vzduchu.

Pri chladení je opäť v rukách investora, aký spôsob si zvolí a aké sú jeho požiadavky na komfort, akou formou je nehnuteľnosť používaná a orientácia nehnuteľnosti na svetové strany je tiež dôležitým predpokladom pri výbere. Svoju úlohu tu samozrejme odohrávajú aj pasívne vplyvy.

V diplomovej práci sa zaoberám výberom vhodného vykurovacieho zdroja, vhodnej rekuperácie a chladenia môjho rodinného domu s ohľadom na opomenuté fakty. V prvej časti teoreticky rozoberám jednotlivé spôsoby vykurovania, rekuperácie a chladenia. V druhej, praktickej časti počítam tepelné straty a na základe výsledkov hľadám vhodný spôsob pre môj dom. Vyberám taktiež vhodnú rekuperáciu a chladenie. Porovnávam mnou zvolené štyri spôsoby vykurovania a to tepelné čerpadlo vzduch/voda, tepelné čerpadlo zem/voda, vykurovanie elektrokotlom a elektrické vykurovanie prostredníctvom káblov. Výstupom je porovnanie multikriteriálnou analýzou a to metódou váženého súčtu. Pri rekuperácii si vyberám taktiež spomedzi štyroch druhov rekuperácie a hodnotím ich na základe spomínanej analýzy. Obdobne riešim chladenie.

1. Teoretický rozbor vykurovania, rekuperácia a chladenie v rodinnom dome

V dnešnej dobe sa nám ponúka množstvo typov vykurovania. Počas rozhodovania pri voľbe vhodnej alternatívy je potrebné uvažovať s určitými faktormi, ktoré každý jednotlivý druh vykurovania obsahuje. Z ekonomického hľadiska hrá dôležitú úlohu umiestnenie objektu, dostupnosť paliva a pod. Pre optimálny výber vykurovacieho systému by sme mali uvažovať možnosť ohrevu teplej úžitkovej vody, popríklad aj vhodnú rekuperáciu a chladenie vzduchu počas teplých letných dní. Vykurovaný objekt je vhodné riešiť na základe jeho tepelných strát, podľa ktorých sa volí vhodný tepelný zdroj.

Rozdelenie vykurovacích systémov

Téma energetickej účinnosti v rodinnom dome alebo byte sa týka všetkých. Vykurovacie zariadenia, ktoré využívame v našich domácnostiach sú častokrát zastarané a majú nižšiu účinnosť premeny energie na teplo. Ak hľadáme nové spoľahlivé vykurovanie, ponúka sa nám veľa možností.

Na základe vykurovacieho média sa delí vykurovanie na:

- Elektrická energia
- Zemný plyn
- Tuhé palivá
- Hybridné systémy
- Biopalivá
- Tepelné čerpadlá
- Slniečna energia

1.1. Elektrické vykurovacie systémy

Nerovnomernosť denného odberu, ktorý vychádza z bežného životného rytmu človeka, viedla využívať voľné elektrárenské kapacity v dobe mimo špičkové zaťaženie sústavy. Umožnilo to najskôr zavádzanie akumulčných spotrebičov pre vykurovanie alebo prípravu teplej úžitkovej vody, ktoré sa zapínali len v noci. Ukázalo sa však, že len s akumulčným teplom by možnosti elektrizačnej sústavy boli vyčerpané. Dnes elektroenergetika ponúka aj priamo výhrevné a hybridné systémy.

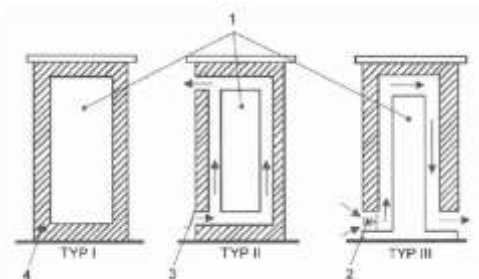
1.1.1. Akumulačné elektrické vykurovanie

Tento spôsob vykurovania využíva odber elektrickej energie vo vybraných spravidla nočných hodinách a vo vybraných prípadoch aj v denných hodinách. Elektrická energia sa tu premieňa na teplo v odporových vykurovacích článkoch alebo kábloch, uložených v akumulčnom materiálu.

Poznáme niekoľko spôsobov elektrického akumulčného vykurovania.

Akumulačné ohrievače

Tu sa používa ako akumulčný materiál spravidla magnezit a šamot. Podľa spôsobu zdieľania tepla a konštrukčného vyhotovenia pri vykurovaní miestnosti sa rozlišujú tri typy týchto akumulčných ohrievačov.



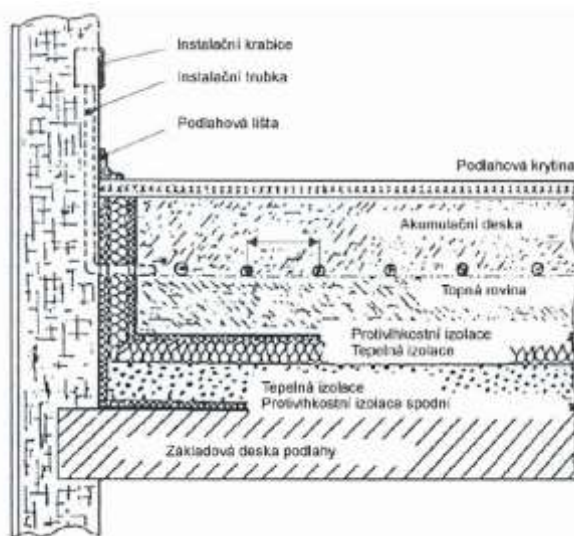
Obr.č. 1 Typy akumulčných ohrievačov [1]

Ústredne elektrické vykurovanie, pozostávajúce z klasickej teplovodnej ohrevnej sústavy. Týka sa to odporového zdroja tepla a vodného akumulátoru. Do vykurovanej miestnosti sa dostáva teplo z akumulátoru.

Ďalším typom akumulčného vykurovania je veľkoplošné podlahové akumulčné vykurovanie. Vykurovacie káble sú tu zdrojom tepla a sú uložené v betónovej mazanine podlahovej konštrukcie. Teplota povrchu podlahy by nemala prekročiť 25 °C. Podmienkou uplatnenia tohto vykurovania je samozrejme dlhá životnosť a jej garancia.

Pre nové a rekonštruované objekty, ktoré sa využívajú prevažne v dopoludňajších hodinách a maximálne skorších odopoludňajších hodinách sa hodí rýdzo akumulčná sústava elektrického podlahového vykurovania. Je nabíjaná výhradne nočným prúdom po dobu 8 hodín. Nehodia sa však pre celodenné vykurovanie miestnosti. Charakteristická je dobrou spodnou tepelnou izoláciou (kombinácia penového polystyrénu a minerálnej vláknitej izolácie) a hlavne veľkou hrúbkou akumulčnej dosky (90 až 150mm). Do spodnej vrstvy akumulčnej dosky sa umiestňuje vykurovacia rovina.

Tento systém má charakter statických akumulčných kachlí a čo sa týka tepelnej zotrvačnosti akumulčnej vrstvy a teplotnému obmedzeniu nášľapnej vrstvy je vhodné ho doplniť tiež priamo vykurovacím systémom, pri ktorom je možné pružná regulácia cielenej teploty.



Obr.č. 2 Akumulačné elektrické podlahové vykurovanie [1]

1.1.2. Priamo výhrevné elektrické vykurovanie

Toto vykurovanie je zložené z rozvodu, z priamo výhrevných ohrievačov s vykurovacími telesami alebo elektródami a z regulačného obvodu pre zaistenie optimálneho cyklu vykurovania. Podľa spôsobu zdieľania tepla a umiestnenia zdroja tepla môžeme priamo výhrevné systémy rozdeliť nasledovne

Lokálne, ku ktorým patria

- konvektory a teplovzdušné ohrievače
- elektrické podlahové vykurovacie káble
- sálavé vykurovacie systémy

Centrálne, ku ktorým patria

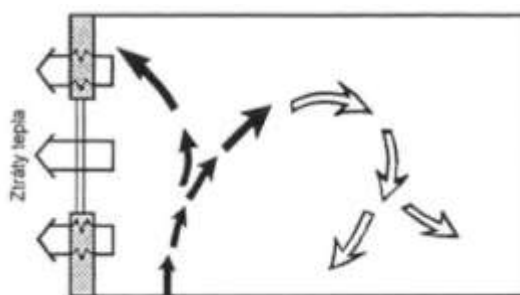
- teplovodné elektrické kotle

1.1.3. Konvekčné elektrické vykurovanie

Pri tomto spôsobe tu figurujú elektrické ohrievače, ktoré premieňajú prevažnú časť elektrickej energie na teplo a nazývajú sa konvektory. Do konvektoru prichádza vzduch spodnou časťou a z hornej časti odchádza ohriaty vzduch, ktorý následne prirodzenou cirkuláciou vyhrieva celú cieľovú miestnosť.

Konvekčné ohrievače s prirodzenou konvekciou môžu byť pojazdné, prenosné alebo určené k pevnej inštalácii na stenu. Tieto ohrievače poznáme ako radiátory s ohrevnou náplňou (olejovou), alebo to môžu byť konvektory s vykurovacím odporom. Vzduch v okolí sa ohrieva prirodzeným prúdením okolo vykurovacieho telesa. Novodobé konvektory sú už vybavené kvalitnou reguláciou, ktorá umožňuje centrálné riadenie ich prevádzky.

Konvekčné ohrievače, ktoré pracujú s nútenou konvekciou sú prenosné alebo nástenné priamo vykurovacie spotrebiče, pri ktorých je vzduch okolo vykurovacích odporov poháňaný pomocou ventilátorov.



Obr.č. 3 Cirkulácia vzduchu v miestnosti [1]

1.1.4. Podlahové vykurovanie ohrevnými káblami

Veľkoplošné podlahové systémy, ktoré sú vyhotovené zaliatím elektrických vykurovacích káblov do podlahy z betónu majú hlavne veľkú účinnosť, rozloženie tepla je rovnomerné po celej ploche, realizácia je jednoduchá.

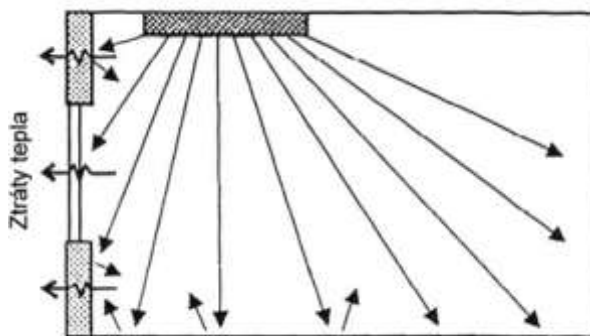


Obr.č. 4 Vykurovacie káble zaliate do betónu [2]

1.1.5. Sálavé elektrické vykurovanie

U tohto typu dochádza k prenosu tepla prevažnou časťou žiarením. Sálavé ohrievače môžu byť infračervené žiariče, pri ktorých má vykurovacie teleso povrchovú teplotu vyššiu ako 250 °C a sálanie je usmernené reflektorom v stanovenom smere.

Sálavé vykurovanie nízkotepločné, sa zabezpečuje sálaním povrchu plôch, ktoré sú zahriaté na 25 až 40 °C. Na steny a strop sa umiestňujú špeciálne fólie, či panely. V miestnosti vykurovanej týmto spôsobom je nižšia teplota vzduchu a vyššia vlhkosť ako pri vykurovaním konvenčnými vykurovacími telesami. Úspora energie v porovnaní s konvenčným vykurovaním je v rozmedzí približne 18 až 24 %. Použitie sálavých panelov je značne veľké. Používajú sa pre vytvorenie tepelnej pohody napríklad pre temperovanie skleníkov a pre chov ušľachtilých zvierat. [1]



Obr.č. 5 Sálavé elektrické vykurovanie [1]

1.1.6. Vykurovanie pomocou teplovodných elektrokotlov

Možnosť využitia elektro kotlov je vhodné pre vykurovanie novostavieb. Taktiež sú vhodné ako dobrá náhrada kotlov na pevné palivá v systémoch radových domov a rodinných domov. U teplovodných elektro kotlov je vykurovacím médiom voda, tá sa ohrieva v nádobe, ktorá je uzatvorená, odtiaľ je ďalej rozvedená trúbkami do radiátorov. Vykurovacími telesami založenými na odporovom princípe je zaistovaný ohrev vody v kotlu, teda odporový kotol, alebo možnosť elektród, teda elektródový kotol, kde teplo vzniká priechodom elektrického prúdu vodou medzi elektródami.

1.1.7. Zmiešané (hybridné) elektrické vykurovanie

Skladá sa z akumuláčnej a priamo vykurovacej časti. Akumulačné vykurovanie odoberá elektrinu najviac 8 hodín denne v nočnej dobe stanovenej dodávateľom elektriny. Priamo vykurovacia časť vykurovacieho systému pracuje pri nižších vonkajších teplotách v dennej mimo špičkovej dobe.

Môžu byť navrhnuté ako

- elektrický hybridný ohrievač,
- kombinácia ústredného akumuláčného vykurovania spolu s priamo vykurovacími ohrievačmi,
- kombinácia priamo vykurovacieho ohrievača a veľkoplošného podlahového akumuláčného vykurovania.

Zmiešané vykurovanie je schopné pripojiť viac vykurovacích elektrických zariadení k rozvodnej sieti, súdobosť odberu je menšia ako u čisto akumuláčného vykurovania. Aby sme zmenšili obstarávacie náklady, je dôležité zmenšenie rozmerov konkrétneho zariadenia. Akumulačný ústredný zdroj tepla pre hybridné vykurovanie sa dimenzuje na 60% príkonu čisto ústredného akumuláčného vykurovania, ktoré má osemhodinovú dobu nabíjania.

1.2. Plynové vykurovanie

Tento druh združeného vykurovania pokrýva spotrebu tepla v celom dome. Plynové vykurovanie má zabezpečiť dodávku teplej vody do celého objektu. Prevádzkovať je ho možné či už na zemný, bio alebo tekutý plyn. Vykurovanie tohto spôsobu môže pracovať i s blokovou elektrárnou alebo aj s tepelným čerpadlom. Z bezpečnostných dôvodov je však inštalácia vhodná v dobe vetranej miestnosti.

Moderné plynové kotle sa vyrábajú kompaktné. Plynový prietokový ohrievač sa zmestí do priestoru veľkosti jedného metra štvorcového. Pre plynové vykurovanie je charakteristický tiež vysoký stupeň účinnosti.

V porovnaní s inými druhmi vykurovania ako napríklad drevom potrebuje plynové vykurovanie len jednu prípojku a nie je potrebná taktiež skladovacia miestnosť.

1.2.1. Plynové vykurovanie s kondenzačnou technikou

V dnešnej dobe ponúka mnoho výrobcov tieto zariadenia s kondenzačnou technikou, pri ktorej sa odoberá teplo dokonca aj spalinám, čím sa dosahuje vysoký stupeň účinnosti. Použitie je vhodné ako do starých budov, tak aj do moderného nízkoenergetického domu. Vyrábajú sa v rôznych prevedeniach, či stacionárne, tie sú vhodné pre rodinné domy len na vykurovanie alebo tiež existuje v prevedení s ohrevom teplej vody v zabudovanom zásobníku.

Kondenzačná technológia využíva nielen teplo vyrobené ako merateľnú teplotu spalín, ktoré sa uvoľňujú počas spaľovania, ale dokonca aj obsah vodnej pary. Obsahuje to takzvané skryté teplo, ktoré sa stráca v starších vykurovacích systémoch cez komín do okolia.



Obr.č. 6 Principiálne znázornenie plynovej kondenzačnej technológie [4]

Aj keď vykurovanie plynom patrí v závislosti na obstarávacích nákladoch k tým lacnejším, môžu sa celkové náklady vyšplhať do niekoľko tisíc eur. Sú do toho zahrnuté najmä výdavky spojené s plynovým prietokovým ohrievačom, plynovou prípojkou, radiátory a v neposlednom rade taktiež vykurovacie potrubie. Ceny však závisia od výkonu ohrievača, výrobcu a aj regiónu a nedá sa predvídať vývoj cien plynu. Zároveň je plynové vykurovanie prevádzka s fosílnym palivom.

1.3. Vykurovanie tuhým palivom

Dnes sa nájde ešte veľké množstvo ľudí, ktorý vykurujú kotlami na pevné palivo. Je treba však zohľadniť aj podstatný fakt a to o nariadení európskej komisie 2015/1189, ktorá bude umožňovať výrobcam od 1.1.2020 uvádzať na trh len také kotle, ktoré toto nariadenie dodržiavajú. Toto popisuje takzvaný Eko - design, ktorý špecifikuje sezónnu prevádzku kotla s ohľadom na jeho emisie.

➤ Kotel

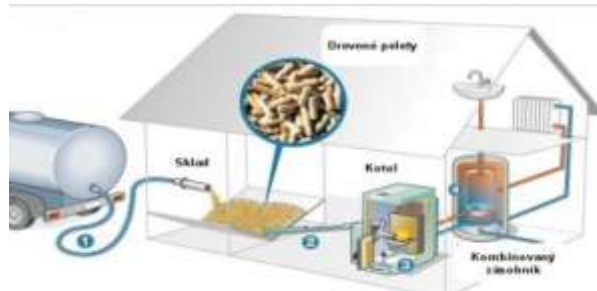
Obstarávacía cena môže byť zavádzajúca z dôvodu rôznych úrovní výhrevnosti. Oplatí sa teda porovnať si cenu vykurovacieho systému s efektívnosťou vykurovania a to znamená, že cenovo drahší kotel môže zároveň efektívnejšie vykurovať.

➤ Palivo

Cenovo sa taktiež veľmi líšia kotle, ktoré sú na rôzne druhy palív. Výraznou položkou je v tomto prípade cena paliva. Tú ovplyvňujú faktory ako vývoj na svetových trhoch a v neposlednom rade dostupnosť paliva.

Medzi najviac používané pevné palivá patrí

- čierne uhlie
- hnedé uhlie
- palivové drevo mäkké
- pelety



Obr.č. 7 Principiálna schéma vykurovania peletami [6]

Avšak ceny pevných palív sa v dnešnej dobe čoraz viac zvyšujú, čo má za následok, že čoraz viac domácností sa rozhoduje aj nad inými alternatívami spôsobu vykurovania.

1.3.1. Koks

Koks má najlepšie vlastnosti z čierneho uhlia a je maximálne výhrevný. Počas spaľovania uvoľňuje minimálne množstvo škodlivých látok, na rozdiel od uhoľného prachu. Cena koksu je však vyššia ako bežné spôsoby. Navyše cena kotla je taktiež vyššia. Vyrába sa z ocele alebo liatiny. Argumentom sa stáva menšia spotreba paliva a v porovnaní s ostatnými spôsobmi je to ekologickejšie



Obr.č. 8 Koks [5]

1.3.2. Ekologický hrášok (Ekohrášok)

Ekologický hrášok je produkt, získavaný z vysoko vyhrievaného čierneho uhlia. Obsahuje menšie množstvo odpadových látok a kameňa. Býva drvený na malé čiastočky o veľkosti 5 až 25 mm. Vykurovanie týmto ekologickým hráškom je v porovnaní s uhlím šetrnejší k životnému prostrediu

Automatický kotol na ekohrášok spĺňajúci ekologické normy 5. triedy a Ekodizajn



Obr.č. 9 Popis funkcií kotla na ekologický hrášok [8]

1.3.3. Vykurovanie biomasou

Biomasa vo forme paliva je najstarší zdroj energie. Ľudská populácia spaľovala biomasu či už kvôli pocitu bezpečia alebo k príprave rôznych pokrmov. V dnešnej dobe vďaka technológii sú dostupné aj kotle na biomasu.

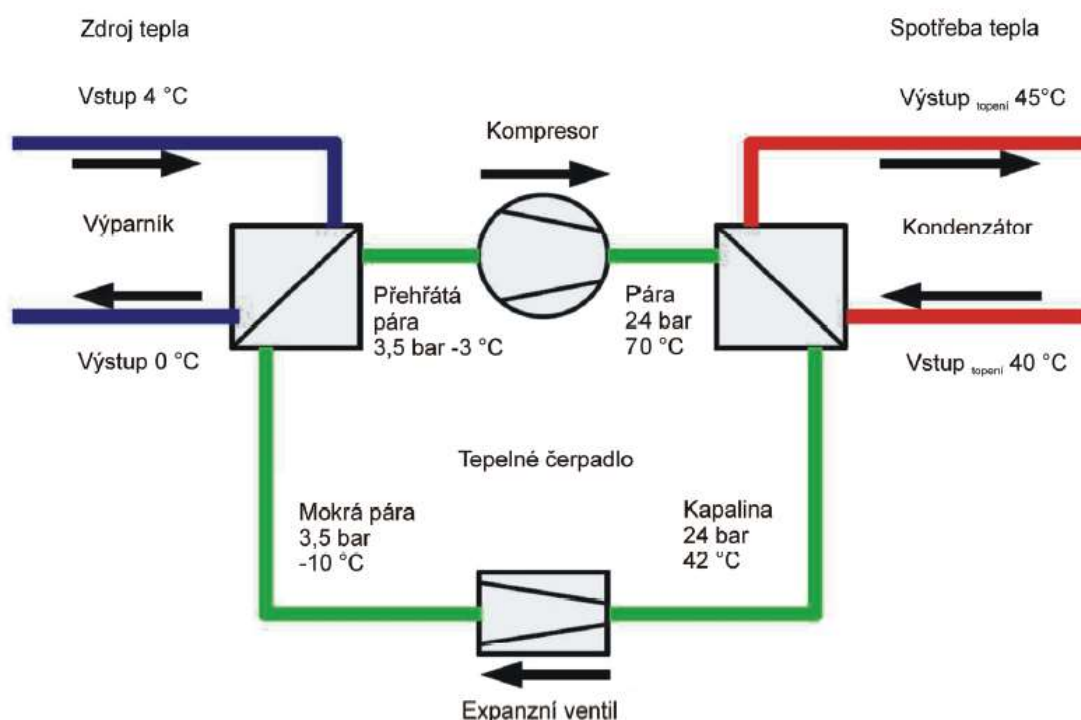
Palivom pre tieto typy kotlov môžu byť napríklad drevná štiepka, pelety a brikety. Tieto pelety majú tvar granúl pričom sa jedná o zlisovanú formu biomasy tvorenú pod určitým vyvinutým tlakom. Najvyššou formou spracovania biomasy sú brikety. To nás tlačí k tomu siahnuť po kotlu či už na jeden druh biomasy alebo na viac druhov.

Ak chceme zväziť kúpu takéhoto kotla, je potrebné si zaobstarať skladovací priestor na palivo. K výhodám týchto kotlov patrí vysoká účinnosť a rovnako aj výhodná cena paliva napríklad s porovnaním plynu. Spaľovanie biomasy sa považuje za ekologickejšie ako spaľovanie zemného plynu.

1.4. Tepelné čerpadlá

Tepelné čerpadlo odoberá teplo z okolia vykurovaného objektu (vzduchu, zeme či vody), ktoré ďalej prevádza na vyššiu teplotnú hladinu použiteľnú pre vykurovanie a ohrev teplej vody. Jeho princíp je zhodný s obrátenou činnosťou kompresorovej chladničky. Teplo odoberá výparník z prostredia, s relatívne nízkou teplotou. Toto teplo prenáša do vykurovacej sústavy s vyššou teplotou skrz kondenzátor. Je to Carnotov cyklus.

1.4.1. Princíp funkcie tepelného čerpadla



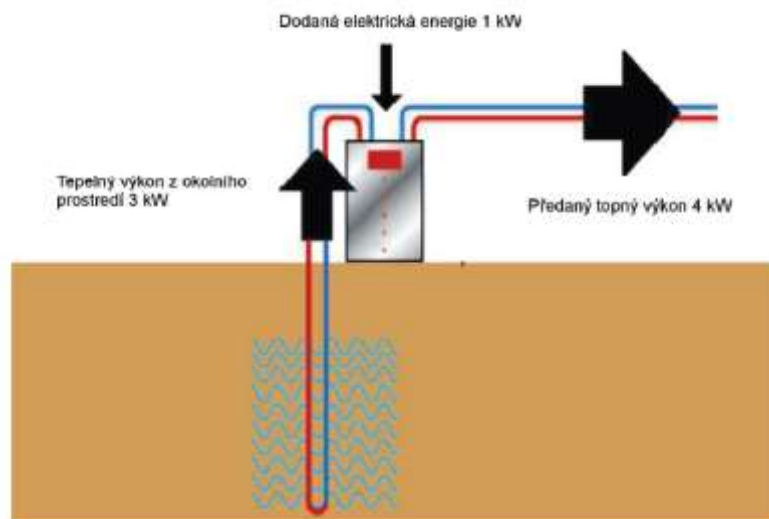
Obr.č. 10 Princíp funkcie tepelného čerpadla [1]

Vo výparníku sa pri nízkom tlaku odparuje teplotné médium. Potrebné teplo k odparovaniu sa odoberá okoliu, napríklad z vody potoka alebo zo spodnej vody, či zeme a vonkajšieho vzduchu. Do kompresoru sa nasávajú páry a stláčajú sa. Následne sa značne ohriaté pary vplyvom stlačenia vedú do kondenzátoru a tam je im teplo odoberané. Páry v kondenzátore skondenzujú a odovzdávajú vykurovacej sústave výparné teplo. Skondenzované médium putuje z kondenzátoru cez expanzný ventil a späť do výparníku. V dôsledku nízkeho tlaku vo výparníku sa médium začne prudko odparovať pri nízkej teplote, keď odoberá teplo. Cyklus sa znova opakuje. Časť energie sa dodá cez kompresor stlačením a väčšia časť je odnímaná z prostredia s nízkou teplotou a ďalej prenášaná do prostredia, kde je vyššia teplota, teda do vykurovaného priestoru. Kompresor teda slúži k transformácii teploty teplotného média pri prenose tepla.

U tepelného čerpadla sa uvádza výkonové číslo. To vypočítame na základe vzťahu

$$\varepsilon = \frac{P_p}{P_d} \quad (1.1)$$

Výkonové číslo je väčšie ako 1, pohybuje sa v rozsahu 1 až 6. Závisí to najmä na účinnosti kompresoru s jeho motorom alebo na teplotnom médiu a na rozdieli teplôt vo výparníku a a kondenzátore. Teplota klesá s narastajúcim rozdielom. Teplota výparníku v praxi nedosiahne nižšiu teplotu než 0 °C, v inom prípade sa zhoršuje prenos tepla tvoriaci sa námrazou. Teplota nachádzajúca sa v kondenzátore je najviac 60 °C až 75 °C.



Obr.č. 11 Princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla [1]

Tepelné čerpadlo ochladzuje okolie výparníku, čiže musí byť umožnený prístup nového tepla. Je ideálne voliť umiestnenie výparníku k tečúcej vode. Rozmery takéhoto výparníku sú relatívne malé. Výparník uložený v zemi má približne rovnakú plochu, aká je aj plocha vykurovaných miestností. Výparník umiestnený vo vzduchu potrebuje plochu ešte väčšiu plochu. Úžitkové teplo sa s kondenzátorom tepelného čerpadla odoberá obvykle vodou pri teplote 45 °C až 50 °C a rozvádza sa do veľkoplošných radiátorov, umiestnených vo vykurovaných miestnostiach.

1.4.2. Jednotlivé typy tepelných čerpadiel

Vzduch – voda

Tento typ čerpadiel nevyžaduje nákladné zemné práce, môžeme teda povedať, že sú investične ďaleko menej náročné. V neprospech v tomto prípade uvažujeme pomerne silnú závislosť na teplote okolitého vzduchu v priebehu celého roka. Výkon tepelného čerpadla rastie, pokiaľ sa zvyšuje teplota vonkajšieho vzduchu a naopak. V tomto prípade je nutná inštalácia v bivalentnom chode, keď sa v prípade extrémne nízkych teplôt zaistí potrebná tepelná energia z náhradného zdroja.



Obr.č. 12 Tepelné čerpadlo vzduch – voda [1]

V prípade tohto druhu čerpadiel sa vyskytuje pojem odpadný vzduch, čo znamená vzduch, ktorý sa odvádza vetracím systémom daného objektu. Z dôvodu vysokej teploty, ktorá tu vzniká sa tu akumuluje veľké množstvo energie. Spotreba tepla na ohrev vetracieho vzduchu tvorí tretinu, dokonca až polovicu celkovej spotreby tepla na vykurovanie. Nasadenie bivalentného chodu je tu potrebné z dôvodu obmedzeného množstva vetracieho vzduchu.

Vzduch – vzduch

Médium je v tomto prípade vzduch, ktoré odoberá teplo z vonkajšieho prostredia. Tepelný výkon je následne predávaný vnútornému vzduchu daného objektu. Inštalácia tohto druhu sa objavuje ojedinele.

Zem - voda

Pri tepelných čerpadlách zem – voda sa tepelná energia získava zo zemskej pôdy a je predávaná prostredníctvom vody, cirkulujúcej v sekundárnom okruhu vykurovacím jednotkám. Sú to najstabilnejšie čerpadlá a sú schopné pri správnom návrhu zaistiť dostatok energie počas celého roku. Avšak pri tomto spôsobe sa považuje za nevýhodu nutnosť zemných prác pri inštalácii. S tým sa samozrejme musí počítať s obstarávacími nákladmi.

Podľa spôsobu čerpania energie z primárneho okruhu sa tieto čerpadla delia na prevedenie s geotermálnym vrtom alebo plošným kolektorom.

Plošný kolektor – Používa sa tu naakumulovaná slnečná energia pod povrch zeme. Pri zemných prácach, z dôvodu uloženia primárneho okruhu je nutné počítať so zdĺhavosťou a náročnosťou práce. Využitie pozemku nad kolektorom je obmedzené a je potrebné to brať v úvahu. Pri porovnaní s geotermálnym vrtom je to však stále finančne menej náročná záležitosť. Na porovnanie s geotermálnym vrtom tiež tento spôsob dosahuje menšieho vykurovacieho faktoru a dosahuje v priebehu roka jeho hodnota kolíše vplyvom kolísavej teploty zeminy.



Obr.č. 13 Tepelné čerpadlo s plošným kolektorom [1]

Geotermálny vrt – Čerpadlá využívajúce energiu uloženú v zemi. Veľkosť teploty hornín rastie s narastajúcou hĺbkou v zemi. Hĺbka vrtu je aplikovaná maximálne do 150 m. Ak nie je vrt schopný zaistiť požadovanú energiu, navrhuje sa v tomto prípade viac vrtov pre jeden spoločný systém. Odporúča sa minimálna hĺbka 50 m z dôvodu dostatočne vysokej teploty. Tento vrt je najviac nákladnou položkou tepelného čerpadla. Výhodou je, že sa nevyžaduje veľká zastavaná plocha, ako v prípade plošných kolektorov. Nespornou výhodou je fakt, že ho môžeme umiestniť vo všetkých oblastiach (teplota vrtu sa pohybuje okolo 10 °C počas celého roka). Je nezávislé na klimatických podmienkach. Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potrebný 12 až 18 m hlboký vrt, čiže pre 10 kW tepelné čerpadlo tomu odpovedá približne 140 m alebo 2 x 70 m.



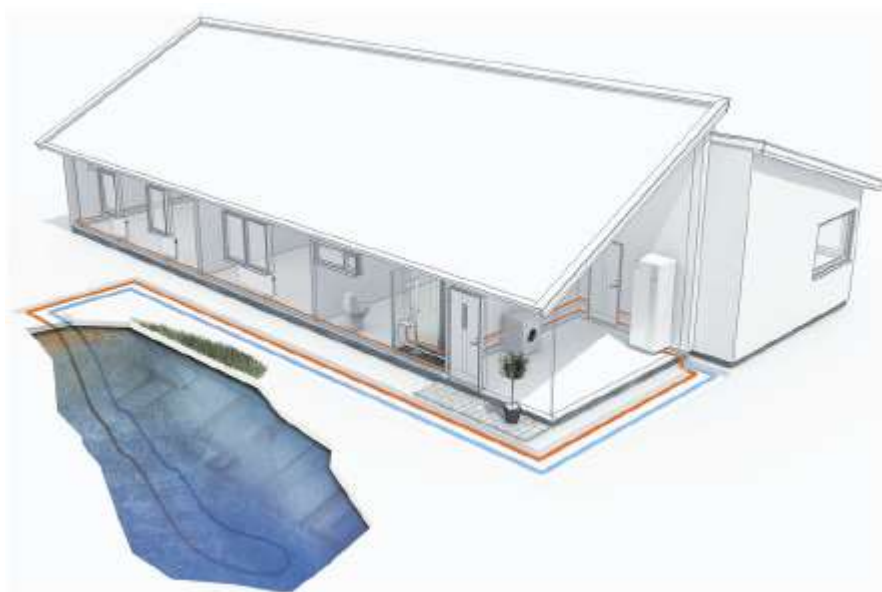
Obr.č. 14 Tepelné čerpadlo s geotermálnym vrtom [1]

Voda – voda

U týchto typových čerpadiel sa dosahuje najvyššej hodnoty vykurovacieho faktoru. Z dôvodu nedostatku lokalít s výskytom potrebných vôd je možnosť inštalácie obmedzená. Na základe výskytu vody sa tepelné čerpadla členia na povrchové a podzemné.

Povrchové – Povrchovou vodou sa tu rozumejú rieky, rybníky a ďalšie vodné plochy. Povrchové vody sú ale veľmi závislé na kolísaní teploty vzduchu. Tieto čerpadla sa vyskytujú len zriedkavo.

Podzemné – Najteplejším prírodným zdrojom tepla je voda, ktorá ma stabilnú teplotu pohybujúcu sa okolo 10 °C počas celého roka. Z hľadiska technického sú potrebné dve studne, jedna vykurovacia a druhá vsakujúca. Vykurovacia predstavuje nízko potenciálny zdroj tepla a do vsakujúcej sa ochladená voda vracia späť do zeme. Je potrebné si overiť dostatok spodných vôd u vykurovacej studne. Pre rodinný dom by mala byť $0,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Vsakujúca musí byť schopná rovnaké množstvo vody prijímať.



Obr.č. 15 Tepelné čerpadlo s výskytom povrchovej vody [1]

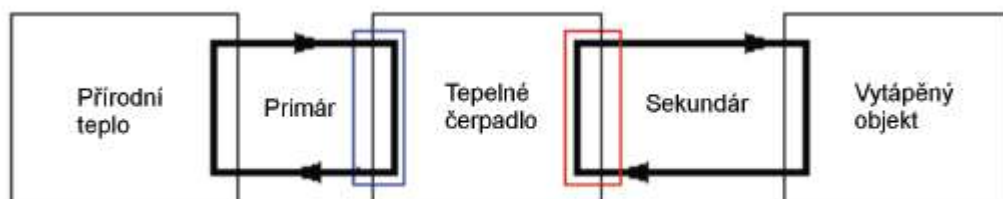


Obr.č. 16 Tepelné čerpadlo s výskytom spodných vôd [1]

1.4.3. Prevádzkovanie tepelných čerpadiel

Jedným z faktorov, ktoré určujú vhodný výber tepelného čerpadla sú celkové tepelné straty budovy. Z hľadiska ekonomického je dimenzovanie tepelného čerpadla na jeho maximálny potrebný výkon nevhodné. Správna energetická prevádzka má vplyv nielen na fungovanie celého vykurovacieho systému, ale aj čo sa týka celkových prevádzkových a obstarávacích nákladov. Na základe percentuálneho pokrytia tepelných strát v objekte výkonom tepelného čerpadla a typu náhradného zdroja sa rozoznávajú tri prevádzkové stavy tepelných čerpadiel .

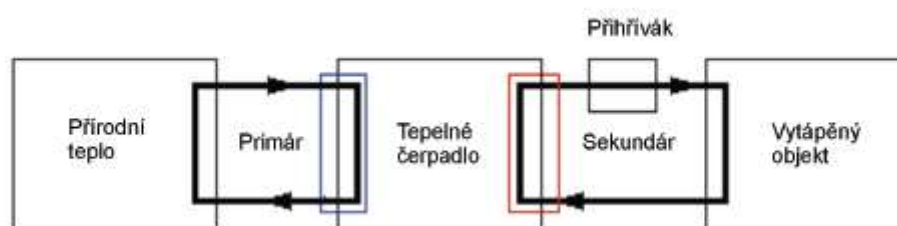
Monovalentná prevádzka



Obr.č. 17 Tepelné čerpadlo v monovalentnom režime [1]

V tejto prevádzke pokrýva tepelné čerpadlo potrebné teplo objektu aj v najnepriaznivejších obdobiach. Je to teda 100% pokrytie tepelných strát tepelným čerpadlom. Predovšetkým sa to využíva z ekonomického hľadiska u tepelných čerpadiel pracujúcich na princípe zem/voda či voda/voda. Prevádzka tohto typu má význam za predpokladu dokonalej izolácie a minimálnymi stratami daného objektu.

Monoenergetická prevádzka

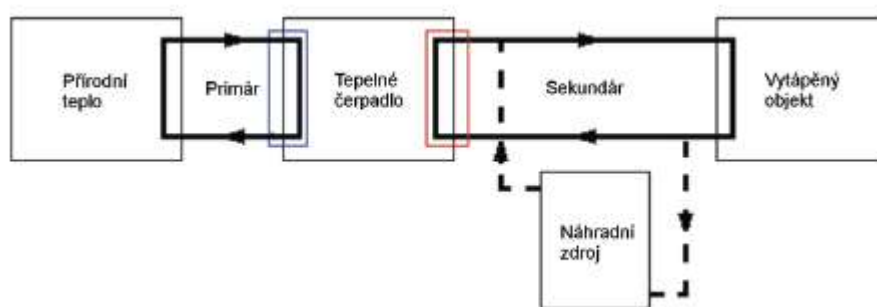


Obr.č. 18 Tepelné čerpadlo v monoenergetickom režime [1]

V tejto prevádzke sa pripája do sekundárneho okruhu malý záložný elektrický zdroj – prehrievač a ten má za úlohu pokryť odberové špičky potrebného tepelného výkonu v najchladnejších dňoch počas roka. Prevádzka tohto typu má najlepší pomer medzi investičnými a prevádzkovými nákladmi spomedzi všetkých čerpadel.

Bivalentná prevádzka

Je podobná ako prevádzka monoenergetická. Tepelné čerpadlá sa dimenzujú na znížený výkon a výkonové špičky pokrývajú iný druh tepelných zdrojov. Systém tu kombinuje dva zdroje tepla. Nedochádza tu k paralelnému chodu obidvoch zdrojov tepla. Náhradný zdroj, ktorý tepelnú energiu nezískava z elektrickej energie a pokrýva celkovú tepelnú záťaž sa zapne v prípade poklesu vonkajšej teploty pod bivalentnú teplotu. Napríklad kotol na fosílné palivá. Prednosťou je taktiež zálohovať tepelné čerpadlo v prípade poruchy alebo výpadku elektrickej energie.



Obr.č. 19 Tepelné čerpadlo v bivalentnom režime [1]

1.5. Slniečná energia

Dnes je možné využiť na premenu energie v teplo aj slnečnú energiu. Nainštalovaním slnečných kolektorov dodržíme ekologickú zodpovednosť, trvalou udržateľnou zníženou produkciou CO₂. Investíciou do solárnej techniky môžeme rovnako zvýšiť hodnotu našej nehnuteľnosti. Neexistujú tu žiadne náklady na zdroj energie. Na to aby sme mohli využívať slnečnú energiu, potrebujeme slnečné kolektory.

1.5.1. Solárny termický systém

Solárny termický systém je solárne zariadenie, ktoré sa dá použiť na prípravu teplej vody a podporu vykurovania. Pozostáva zo solárnych kolektorov, absorbéra, solárneho okruhu a solárnej tekutiny.

V momente, keď dopadnú slnečné lúče na kolektory, tak sa mení táto energia v absorbéri na teplo. Toto teplo sa privádza do vyrovnávacej nádrže alebo zásobníka pitnej vody a odtiaľ sa využíva cez domáci okruh buď ako podpora vykurovacieho okruhu alebo na ohrev úžitkovej vody.

Ak skombinujeme ohrev pitnej vody a vykurovacej vody, tak sa ročná úspora pohybuje asi v 35% z celkovej spotreby energie.

Pred dodatočný ohrev vykurovacej vody sa používa vykurovací okruh v solárnom zásobníku plynulo ohrievaný solárnymi kolektormi cez výmenník tepla. Pre kontrolu, či je možné v miestnosti dosiahnuť požadovanú teplotu sa používa regulácia. V prípade, že je teplota pod požadovanú hodnotu, v tom prípade sa zapne dodatočne kotol.

Odporúča sa kombinovať solárne termické systémy s kondenzačným kotlom.



Obr.č. 20 Kondenzačná technika spolu so solárnou termikou [10]

1.5.2. Delenie solárnych kolektorov

Solárne kolektory sa delia na ploché kolektory a trubicové kolektory.

Ak slnečné svetlo dopadne na povrch plochých kolektorov, začne sa zahrievať solárne médium cirkulujúce v trubicach. Toto odovzdané teplo ďalej putuje do zásobníka horúcej vody. Tento cyklus sa opäť opakuje v kolektore.



Obr.č. 21 Ploché solárne kolektory [10]

U trubicových vákuových kolektorov zachytávajú slnečnú energiu absorbéry. Tepelná izolácia je tu vysoko účinná vďaka vákuu v trubicách. Tým pádom nedochádza takmer k žiadnym tepelným stratám. Kolektor vďaka tomu dokáže využiť aj malé množstvo na využiteľné teplo.



Obr.č. 22 Trubicové vákuové kolektory [10]

1.6. Rekuperácia a chladenie v rodinnom dome

Klimatizácia sa zaoberá tepelnou a vlhkovou úpravou vzduchu vetraním a prúdením vzduchu, rovnako aj s filtráciou vzduchu. Prakticky sa jedná o strojnú úpravu vzduchu, ktorá nám zaistuje požadované parametre prostredia.

Klimatizačné zariadenia sa podľa prevedenia funkcie

- výmena vzduchu v miestnosti vonkajším vzduchom s odvedom škodlivín,
- filtrácia vzduchu,
- chladenie alebo vykurovanie miestnosti, úprava teploty vzduchu,
- zvlhčovanie a odvlhčovanie vzduchu v miestnosti, úprava vlhkosti vzduchu.

1.6.1. Hlavné rozdelenie systémov klimatizácie

- vzduchové systémy,
- vodné systémy,
- kombinované systémy vzduch – voda
- chladivové systémy

1.6.2. Prevádzkové režimy, funkcie

Úlohou každej klimatizácie je tvorba chladu skrz prvky ktoré to umožňujú. V prípade nižších teplôt ako je teplota interiéru môže toto zariadenie iba vetrať chladnejším vzduchom a dochádza tým aj k úsporám elektrickej energie a predĺženiu životnosti zariadenia. Pre výrobu chladu sa používajú najčastejšie klimatizácie hlavne kompresorový chladiaci okruh, pracujúci na princípu chladničky, kde teplo prechádza samovoľne z látky ktorá má vyššiu teplotu na látku, ktorá má nižšiu teplotu.

Rozoznávame základné funkcie a princípy

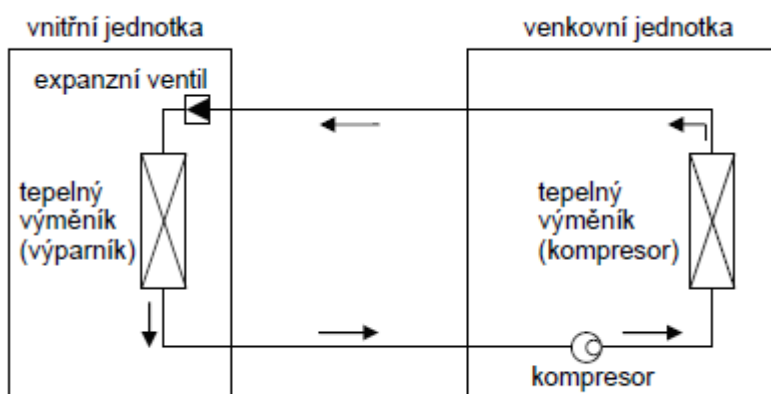
Princíp chladenia s pomocou kompresoru

Všetko sa to začína v kompresore, ktorý je umiestnený vo vonkajšej jednotke, kde sa stláčajú studené páry chladiva pri nízkom tlaku. Chladivo vystupuje z kompresoru pri vysokom tlaku a teplote. Ďalej je privedené do výmenníku tepla, kondenzátoru, ktorý je ochladzovaný vonkajším vzduchom prostredníctvom ventilátorov a chladivu sa odoberá teplo. Dochádza popritom ku kondenzácii. Chladivo je už za kondenzátorom v kvapalnom stave. Kvapalné palivo sa privádza do vnútornej jednotky skrz potrubie. Tu prechádza škrtiacou kapilárkou, alebo expanzným ventilom, ktorý znižuje tlak chladiva. Teplota chladiva prudko klesne pod teplotu chladeného priestoru. Pri nízkej teplote a tlaku chladivo postupuje do výmenníku tepla (výparníku). Teplo z okolitého vzduchu odoberá chladivo výparníku svojou plochou steny. Chladivo odchádza z výparníku v plynnom stave pri nízkom tlaku a nízkej teplote. Potrubím ja následne dopravené z vnútornej jednotky ku kompresoru a znova sa tento cyklus celý opakuje.

Chladivo je chladiaca kvapalina, ktorej najdôležitejším parametrom sú jej fyzikálne vlastnosti. Je to dané schopnosťou prijímať a vydávať teplo a schopnosťou stlačiteľnosti (tlaku). Je dôležité aby bola aplikovateľná schopnosť prijímať a vydávať teplo v čo najväčšej forme. Tlak v kvapaline sa udržiava

na najväčšej hodnote z dôvodu možného nasatia okolitého vzduchu. Vlastnosť, požadovaná od chladiva je v neposlednom rade nejedovatosť a nehorľavosť. Taktiež nesmie spôsobovať koróziu.

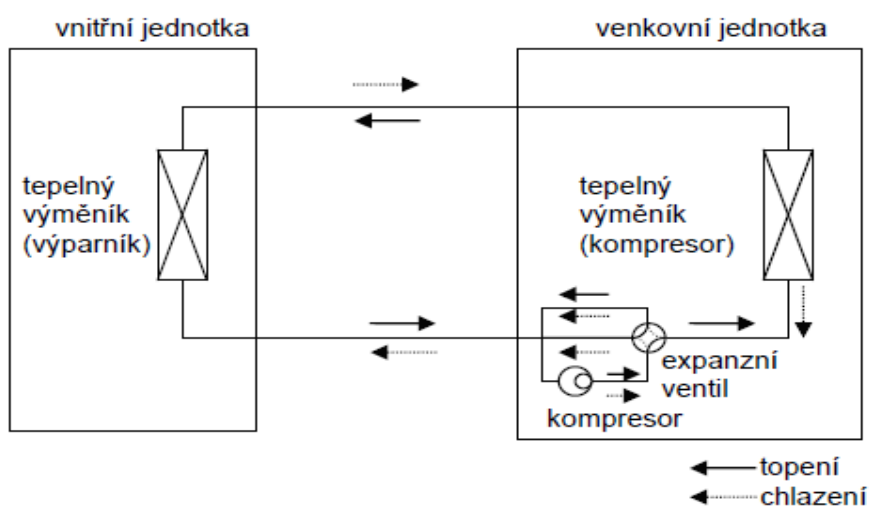
Najčastejšími chladivami sú halogénové uhľovodíky.



Obr.č. 23 Princíp chladenia [1]

Princíp vykurovania

V prípade klimatizácií sa jedná o systém tepelného čerpadla na princípe vzduch – vzduch. Princíp podobný chladeniu ale opačný. Stlačené horké palivo prichádza do výmenníku a vzduch sa v miestnosti ohrieva. Takto využitá klimatizácia je vhodná pre prikurovanie v prechodnom období. Najúčinnnejšia je do teploty vonkajšieho vzduchu 0 °C.



Obr.č. 24 Princíp vykurovania při klimatizácií [1]

Filtrácia vzduchu a funkcia odvlhčovania

Klimatizácia dokáže pracovať aj v režime čističky vzduchu. Tento vzduch sa zbavuje prachu a alergénov. Elektrostatický filter je kladne nabitý a zachytáva záporne nabitý prach. Aktívny uhlíkový filter zasa zachytáva dym z cigariet, peľ a prachy. Katalyzátorový filter zachytáva škodlivé chemické častice vo vzduchu. Pri režime klimatizácie tu dochádza ku zrážaniu vlhkosti na tepelnom výmenníku vnútornej jednotky. Tá odteká do zbernej nádoby. Kondenzát odteká samospádom alebo je ho nutné odčerpávať čerpadlom.

1.6.3. Vzduchové systémy

Látka ktorá je teplonosná a sprostredkúva prenos tepla a chladu medzi zdrojmi a klimatizovanou miestnosťou k pokrytiu tepelnej záťaže je vzduch vo vzduchovode. Sú potrebné väčšie objemové prietoky z dôvodu malej tepelnej kapacity. Teda k zaisteniu vnútorného prostredia sú potrebné väčšie výmeny vzduchu v miestnostiach a s nimi spojená tiež vyššia rýchlosť prúdenia vzduchu cez vnútorné prostredie a hlavne rozmerné potrubia, vedené medzi miestom s úpravou vzduchu a miestom klimatizovaným. Vzduchové systémy sa ďalej členia na:

- nízkotlaké,
- zónové,
- jednotkové,
- špeciálne.

1.6.4. Vodné systémy

Voda, ktorá v tomto prípade slúži ako teplonosná látka je dopravená potrubnou sieťou zo strojovne do posledných prvkov, ako ventilátorové konvektory (fancoily). Tieto jednotky upravujú vzduch v každej klimatizovanej časti budov.

Chladiaci strop

Je to klimatizačný vodný systém, ktorý sa da opísať ako plochy výmenník v tvare trojuholníku zavesený pod stropom klimatizovanej miestnosti. Týmto výmenníkom preteká chladná voda a tá následne odníma teplo a pokrýva tým celú tepelnú záťaž priestoru. Teplota stropu sa pohybuje v rozmedzí 19 °C až 20 °C podľa teploty chladiacej vody i požadovanej úrovne mikroklimatu. Výhoda tohto systému spočíva v zaistení stavu prostredia bez prúdenia vzduchu, vyvolávajúci prievan. Teplo sa tu prenáša vo veľkej miere sálaním medzi povrchmi s rôznou teplotou a jeho prenos nie je viazaný prúdením vzduchu.

1.6.5. Chladivové systémy

Podstatný je tu tepelný cyklus. Teplonosnou látkou je v tomto prípade chladivo. Sústavy tu pracujú bežne v chladiacom režime a umožňujú i vykurovanie. Vo vnútornej jednotke v základnom režime prebieha vyparovanie chladiva, u ktorého je odnímané teplo vzduchu v klimatizovanej miestnosti. Následne vo vonkajšej kondenzátorovej jednotke sa odovzdáva okolitému vzduchu kondenzačné teplo.

1.6.6. Kombinované systémy vzduch – voda

Vzduch je do jednotky dostavený skrz trysku a z miestnosti je prisatý vnútorný cirkulačný vzduch vplyvom indukcie. Výmenník tepla sa nachádza v indukčnej jednotke a ten upravuje sekundárny vzduch na základe požiadavkou. Po zmiesení v tejto jednotke je vzduch privádzaný do miestnosti.

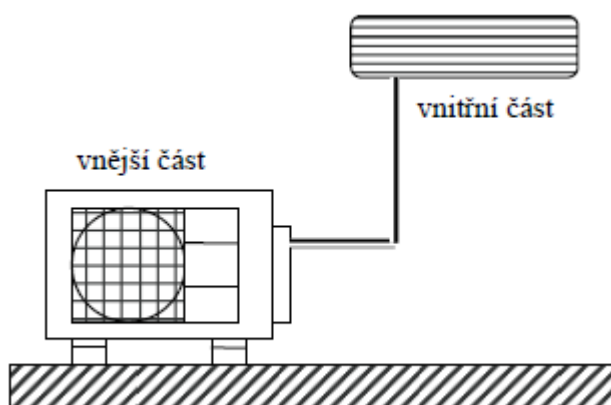
1.6.7. Typy klimatizačných jednotiek

Existuje niekoľko druhov klimatizačných jednotiek

- mobilne klimatizačné zariadenie,
- okenná klimatizácia
- systém split – jedno zónový

Klimatizačný systém jednozónový – split

Je zo všetkých najrozšírenejší druh klimatizačných zariadení. Skladajú sa z dvoch dielov. Z vonkajšej a vnútornej časti. Výhodou je hlavne nízka hlučnosť spojená s umiestnením kompresoru vo vonkajšej jednotke. Chladiaci výkon sa pohybuje od 2kW do 20 kW.



Obr.č. 25 Split – dvojdielná klimatizácia [1]

1.7. Rekuperácia

Rekuperácia je spôsob vetrania priestoru, kde sa späťne získava teplo. V takýchto priestoroch sú zabudované nastaviteľné otvory pre prívod vzduchu. Z priestorov, z ktorých sa produkuje najviac tepla je teplý vzduch nasávaný skrz ventilátor do vetracieho zariadenia, vybaveným tepelným výmenníkom. Výmenník zabezpečuje, že teplo z odpadového vzduchu je časťou odovzdané čerstvému vzduchu, hnanému do priestoru.

Poznáme dva typy rekuperácie vzduchu a to aktívnu a pasívnu rekuperáciu. O aktívnu sa jedná, pokiaľ má v sebe zabudované tepelné čerpadlo, ktoré zabezpečuje dochladzovanie vzduchu. Pri pasívnej sa nevyužívajú, okrem špirál, žiadne aktívne členy. Rekuperuje vzduch pasívne. [18]

1.7.1. Aktívna rekuperácia

Tu rozlišujeme dva typy. Prvý typ má len čerpadlo. Toto čerpadlo vzduch buď hreje alebo chladí a verzia, ktorá má v sebe klasický tepelný výmenník ako pri pasívnej jednotke a malé tepelné čerpadlo.

1.7.2. Pasívna rekuperácia

Pasívna rekuperácia sa ďalej delí na lokálnu a centrálnu. Pri lokálnych rekuperačných jednotkách sa integruje iba v rámci obvodových stien a podľa spôsobu vetrania vymieňajú vzduch v objekte. Skrz malý vetrací výkon je potrebné, aby boli v objekte umiestnené s väčším počtom.

Pasívne centrálnu sa považujú za najčastejšie používaný druh vetracieho zariadenia. Podľa spôsobu rekuperácie tepla sa následne delia na doskové, proti-prúdové a rotačné.

Proti-prúdové výmenníky majú najvyššiu účinnosť, ktorá presahuje až 90%. Potrebujú odvoz na kondenzát. Pri nízkych teplotách majú problém so zamrzaním a pri -20°C sa už elektronicky vypínajú. Ako proti-mrázová ochrana sa používa el. predohrev, ktorý značne zvyšuje energetickú náročnosť a tým pádom klesá účinnosť.

Systémy rekuperovania používajúce rotujúci výmenník prinášajú výhody v podobe nepotrebnéj proti-mrazovej ochrany až do -30°C . Táto jednotka sa správa ako entalpická a teda nepotrebuje odvod na kondenzát. Samotná účinnosť rekuperácie tepla je o niečo málo nižšia ako pri proti-prúdových výmenníkoch. Nevýhoda je čiastočné premiešavanie prichádzajúceho vzduchu s odchádzajúcim. [18]

2. Výpočet energie potrebnej k temperovaniu rodinného domu

2.1.1. Teoretický rozbor tepelných strat

Tepelné straty sú jedným z najdôležitejších parametrov, pri návrhu vykurovacieho systému, či už pri stavbe nového rodinného domu alebo len pri rekonštrukcii vykurovania staršieho. Z hľadiska materiálov, ktoré sú použité na rodinný dom musíme uvažovať, že každý materiál má rozdielne tepelnoizolačné vlastnosti. Teplo sa stráca do okolitého priestoru skrz tento materiál a teda hovoríme o celkových tepelných stratách. Sú to straty prechodom tepla stavebnými konštrukciami, oknami, vetraním a v neposlednom rade je potrebné brať do úvahy aj straty tepla v odvádzanej vode vykurovacieho systému.

Straty cez stavebné konštrukcie sú tým väčšie, čím sú tepelnoizolačné vlastnosti jednotlivých konštrukcií daného objektu horšie a rovnako aj s veľkosťou ochladzovaného povrchu.

Tepelnoizolačné vlastnosti stavebných konštrukcií sú charakterizované ich tepelným odporom alebo súčiniteľom prechodu tepla (U). Je priamo závislý od hrúbky použitého materiálu a súčiniteľa teplotnej vodivosti (λ). S rastúcou hodnotou má materiál lepšie tepelnoizolačné vlastnosti, pričom prepustí menej tepla do okolia. Ak chceme zvýšiť hodnotu súčiniteľa prestupu tepla, docielime to výberom vhodného materiálu konštrukcie s čo najnižšou hodnotou λ .

Na celkovú bilanciu tepelných strát pôsobia aj tepelné mosty. Sú to miesta konštrukcie, pri ktorých dochádza k výraznej zmene povrchovej teploty. Môžu sa vyskytovať na rôznych miestach, najčastejšie v kútoch stien, rámoch dverí a okien alebo v miestach s prechodom z jedného materiálu k inému. Je potrebné počas rekonštrukcie rodinného domu tepelné mosty eliminovať na čo najmenšiu mieru.

Na veľkosť tepelných strát, okrem vyššie uvedených, vplývajú aj následné faktory, ako tvar budovy, druh a výška stavby, dispozičné riešenie objektu, orientácia z pohľadu svetových strán, klimatické vplyvy ako výskyt vetrov, ich priemerná rýchlosť a smer, pomer okien a stien v obvodovom plášti.

Aby sa eliminovali tepelne straty, je potrebné dbať na tieto parametre

- čo najlepšia tepelná izolácia obvodových stien, strechy a podláh
- eliminovať do maximálnej možnej miery tepelné mosty
- vyberať okná s kvalitným rámom a izolačným trojsklom
- vetranie zabezpečiť rekuperáciou
- tepelne izolovať príklady vody

Vzhľadom k tomu, že konštrukcie domov sú rôzne a majú tiež rôzne tepelne straty, je vhodné ešte pred rekonštrukciou kúrenia dať si spracovať energetický audit. [11]

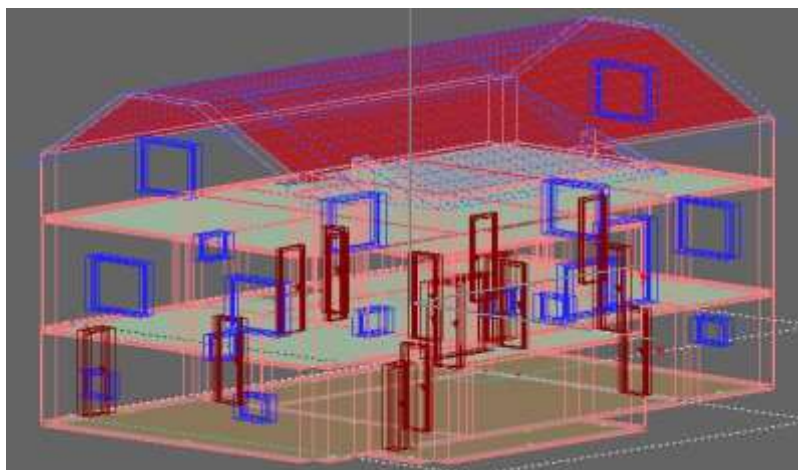
2.1.2. Riešený objekt

Pre výpočet tepelnej straty a energie potrebnej k temperovaniu zvoleného rodinného domu som použil softvare TechCon. Program počíta na základe normy STN EN 12831

Riešený objekt je 1 podlažný, podpivničený rodinný dom. Rozmery rodinného domu sú 9,15 x 16,15 m. Navrhnuté sú obývačka, deliaca sa na dve časti, kuchyňa, 3 izby, spálňa, kúpeľňa a špajza. V podpivničenej časti domu tj. pod 1 nadzemným podlažím sa nachádzajú miestnosti typu garáž, sklad, kotolňa a technická miestnosť. Väčšina týchto miestností až na garáž sú nevykurované a z časti ležia pod úrovňou zeme približne 1 m. Povala nachádzajúca sa nad 1 prízemným podlažím je nevykurovaná, čiže sa tam neuvažujú tepelné straty. Okná použité v objekte sú tvorené dvojsklom s plastovými rámami. Základová doska domu je tvorená betónom, ktorá je spevnená kari-sitami. Na tejto vrstve betónu sa nachádza izolačný poter, zaliaty menšou vrstvou betónu. Materiál stien je tvorený z tvárnic Porothersm. Vonkajšie múry sú zateplené polystyrénom 15 mm, ktorý je usadený na spomínaných tvárniciach. Vnútnu vrstvu tohto obvodového muriva tvorí vápenno- cementová omietka. Celková hrúbka obvodového muriva má 45cm. Vnútri rodinného domu sa použili nosné priečky s hrúbkou 30 cm a priečky 15cm. Celková plocha všetkých miestností tvorí 446 m². Z toho 153,3 m² je vykurovaných. Obývačka spolu s kuchyňou sú orientované na juh a východ. Kuchyňa je riešená v spojení s prístupovou chodbou, orientáciu teda uvažujem aj uvažovaním tejto chodby. Jedna izba je orientovaná na severovýchod a dve sú orientované na severozápad.

2.1.3. Techcon

Tento program zahŕňa niekoľko modulov, medzi ktorými sa práve nachádza aj výpočet spomínaných tepelných strát riešeného objektu. Postup návrhu rodinného domu prostredníctvom tohto programu spočíva vo vložení vopred pripraveného pôdorysu jednotlivých podlaží, určením konštrukčnej a svetlej výšky jednotlivých podlaží. Pokračuje sa určením lokality vybraného objektu a v mojom prípade to bola Čadca. Program si na základe normy určí vonkajšiu výpočtovú teplotu vzhľadom na lokalitu. Následne sa začalo so samotným tvorením jednotlivých vrstiev stien, rozmerov a typov okien, tvorenie jednotlivých podláh a stropov a vytvorenie materiálu strechy. Na základe týchto vstupných údajov už program určil súčiniteľ prechodu tepla a pod. Ako ďalší bod sa prechádza na samotný návrh jednotlivých miestností. Na základe typu miestností určí program teplotu, pokračuje sa kreslením jednotlivých stien miestnosti, podlahy a stropu, vloženie dverí a okien. Z týchto vytvorených miestností sme si schopný vytvoriť 3D návrh riešeného objektu.



Obr.č. 26 3D vizualizácia rodinného domu

Ako výstup vypočítal TechCon tepelne straty rodinného objektu ktoré vyšli spolu 9577 W. Výpočet ročnej spotreby tepla potrebnej na vykurovanie vyšla 73,37 GJ/rok = 20 381 kWh/rok

č.	Konštrukcia	U [W/m²K]	e _k [-]	T _{zk} [°C]	ΔU _{tb} [W/m²K]	Hrúbka [m]	Farba	Poznámka:
1	OBVOD. PIV_1	0.316	1	EXT	0/2	0.46		Polystyrén penový PP:
2	OBVOD.OBYT_1	0.316	1	EXT	0/2	0.46		Polystyrén penový PP:
3	NOSNA PIVNICE_1	1.004	1	3.0	0/1	0.3		Vápennocementová or
4	NOSNA OBYTNE_1	1.004	1	20.0	0/1	0.3		Vápennocementová or
5	ZAKLAD PRIEČKA	1.57	1	20.0	0/1	0.15		Vápennocementová or

Obr.č. 27 Údaje jednotlivých stien

Tab.č. 1 Tepelné straty v jednotlivých miestnostiach

Číslo	Účel miestnosti	$t_{int,i}$ (°C)	S_i (m²)	V_i (m³)	Q_V (W)	Q_T (W)	Q_C (W)
-1,1	Kotolňa	7	39,76	83,49	312	-2460	-2148
-1,2	Tech. miestnosť	12	10,84	22,77	104	-104	0
-1,3	Sklad	15	56,04	117,51	599	-775	-176
-1,4	Chodba	15	6,17	12,34	63	549	612
-1,5	Garáž	15	20,87	43,82	223	272	495
1,1	Chodba	20	4,73	11,82	70	540	610
1,2	Kúpeľňa	24	5,28	13,21	88	750	838
1,3	Izba.č.1	20	18,31	45,78	272	1584	1856
1,4	Izba.č.2	20	19,3	48,26	287	1803	2090
1,5	Kuchyňa	20	16,43	41,08	244	787	1031
1,6	Obývačka	20	11,77	28,25	168	275	443
1,7	Obývačka	20	11,07	27,69	165	892	1057
1,8	Spálňa	20	11,69	29,22	174	793	967
1,9	Izba.č.3	20	23,78	23,78	354	1037	1391
1,1	Špajza	20	4,4	10,99	272	-52	4
1,11	Chodba	20	6,79	16,97	287	403	504
2,1	Povala	11.3	178,77	438,14	1960	-1959	1
						4335	9577

Q_V	– Tepelná strata vetraním priestoru	[kW]
Q_T	– Tepelná strata prechodom tepla priestoru	[kW]
Q_C	– Tepelná strata celková	[kW]

2.1.4. Výpočet potrebnej tepelnej energie pre temperovanie rodinného domu a k príprave TÚV

Na to, aby som správne mohol správne navrhnuť zdroj tepla pre vykurovanie a prípravu TÚV, musím poznať tepelnú stratu v navrhnutom rodinnom dome. Na základe nej si už viem dopočítať celkové množstvo tepelnej energie, ktorá je potrebná pre vykurovanie rodinného domu a rovnako aj na prípravu TÚV. Tepelná strata v tomto prípade $Q_C = 9,577 \text{ kW}$. [12]

Pre ďalší postup je potrebné si určiť počet dennostupňov D .

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 249 \cdot (20 - 3,4) = 4133,4 \text{ D} \cdot \text{K} \quad (1.2)$$

Kde:

D	- dennostupne	[K· deň]
d	- počet vykurovacích dní	[deň]
t_{is}	- výpočtová teplota v interiéri	[°C]
t_{es}	- priemerná vonkajšia teplota za vykurovacie obdobie	[°C]

Následne prejdem k výpočtu celkovej potrebnej tepelnej energie pre vykurovanie počas celého roka. Vypočítaná hodnota bude však oproti reálnej situácii väčšia z dôvodu nerešpektovania tepelných ziskov vo výpočte.

$$Q_{vyk/r} = \frac{\varepsilon \cdot Q_{tp} \cdot D}{(t_{is} - t_{es})} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = \frac{0,85 \cdot 9577 \cdot 4133,4}{(20 - (-15))} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \quad (1.3)$$

$$= 83,06 \text{ GJ/rok} = 23072 \text{ kWh/rok}$$

Kde:

ε	-opravný súčiniteľ	[-]
Q_{tp}	-tepelné straty celkové	[kW]

Celková tepelná energia potrebná pre vykurovanie rodinného domu vyšla $Q_{vyk/r} = 23072 \text{ kWh/rok}$. V tomto prípade je nutné si uvedomiť, že uvažujeme rozlohou veľký dom, ktorý ešte nie je dostatočne zrekonštruovaný pre dobré izolačné vlastnosti.

2.1.4.1. Výpočet energie potrebnej k ohriatiu TÚV

V dome bývajú momentálne 3 dospelé osoby, čiže sa bude dimenzovať veľkosť zásobníku na túto hodnotu. Množstvo teplej úžitkovej vody je udávané v rozmedzí 40l až 60l. V mojom prípade si pre výpočet zvolím 50l. [13]

$$V_{TÚV} = n \cdot V_{osb/deň} = 3 \cdot 0,050 = 0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{deň}^{-1} \quad (1.4)$$

Následne je potrebné si určiť hodnotu teploty TÚV, na ktorú je potrebné ju zahrievať. Bola zvolená teplota 55°C. Je nutné si zvoliť taktiež koeficient energetických strát systému. Keďže sa jedná o starší rodinný dom, volí sa koeficient v rozmedzí 2 až 4. V mojom prípade 3. [12]

$$Q_{TÚV/deň} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{TÚV} \cdot (t_2 - t_1)}{3,6 \cdot 10^6} \quad (1.5)$$

$$Q_{TÚV/deň} = (1 + 3) \cdot \frac{1000 \cdot 4186 \cdot 0,15 \cdot (55 - 10)}{3,6 \cdot 10^6} = 31,395 \text{ kWh} \cdot \text{deň}^{-1}$$

Kde:

z	- koeficient energetických strát,	[-]
ρ	- merná hmotnosť vody,	[kg/m ³]
c	- merná tepelná kapacita vody,	[J/kgK]
t ₁	- teplota studenej vody,	[°C]
t ₂	- teplota ohriatej vody.	[°C]

Vypočítam si taktiež celkovú potrebu energie pre TÚV počas roku. . [12]

$$Q_{TÚV/rok} = Q_{TÚV/deň} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TÚV/deň} \cdot \frac{(t_2 - t_{svl})}{(t_2 - t_{szv})} \cdot (N - d) \quad (1.6)$$

$$Q_{TÚV/rok} = 31,395 \cdot 249 + 0,8 \cdot 31,395 \cdot \frac{(55 - 15)}{(55 - 5)} \cdot (365 - 249)$$

$$Q_{TÚV/rok} = 36,54 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1} = 10,15 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Kde:

t _{svl}	- teplota studenej vody v lete	[°C]
t _{szv}	- teplota studenej vody v zime	[°C]
N	- počet dní v roku	[deň]

Ako posledný bod si vypočítam ročnú spotrebu na vykurovanie a ohrev teplej vody dohromady. [12]

$$Q_r = Q_{vyk/rok} + Q_{TÚV/rok} = 23,07 + 13,53 = 36,6 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1} \quad (1.7)$$

3. Alternatívny návrh vykurovania, rekuperácia a chladenie zadaného rodinného domu so zahrnutím moderných metód

Pri hľadaní vhodnej alternatívy je na mieste spomenúť fakt, že každý dom je individuálny a nie všetko, čo je výhodné pre iný druh objektu bude vhodné aj pre náš. Voľbu vhodnej alternatívy ovplyvňujú aj rôzne požiadavky, ako stavebné požiadavky, požiadavky na vykurovací systém, či prevádzkové požiadavky. S rastúcou modernizáciou jednotlivých vykurovacích systémoch ide do popredia aj rekuperácia a chladenie objektov.

Podstatná vec, ktorou sa budem taktiež zaoberať je vetranie. Je významný zdroj tepelných strát a nejde ho ľahko obmedziť. Nedostatkom čerstvého vzduchu vzniká nepohoda ľudí v budove. Vetranie nepredstavuje len prísun kyslíku, ale aj odstránenie rôznych škodlivín ako dym, prach, formaldehyd a pod., ktoré sa v miestnosti uvoľňujú. Rovnako pri vetraní sa znižuje vlhkosť vznikajúca pobytom a činnosťou osôb. Obmedzením zbytočného vetrania je možné ušetriť približne 10 až 15 % energie pri vykurovaní.

Z ekonomického hľadiska je možné dosiahnuť väčších úspor využitím rekuperácie odpadového vzduchu. Za pomoci prístrojového vetrania a rekuperácie tepla je možné ušetriť aj 80 % energie pri vetraní. Ďalším bonusom je samozrejme vyšší komfort bývania a dostatok čerstvého vzduchu. [1]

3.1. Jednotlivé varianty vykurovania navrhnutého rodinného domu

Do porovnania navrhнем niekoľko variant vykurovania, následne navrhнем niekoľko spôsobov chladenia objektu a rekuperácie, ktoré postupne rozoberiem a na základe multikriteriálnej rozhodovacej analýzy vyberiem najvhodnejší typ pre zvolený objekt.

3.1.1. Alternatíva č. 1 – Tepelné čerpadlo vzduch /voda

Pre túto variantu som sa rozhodol prevažne z dôvodu ekologického, pretože tepelné čerpadlo využíva obnoviteľný zdroj energie z okolitého prostredia, taktiež je spomedzi tepelných čerpadiel ekonomicky najvýhodnejšou variantou.

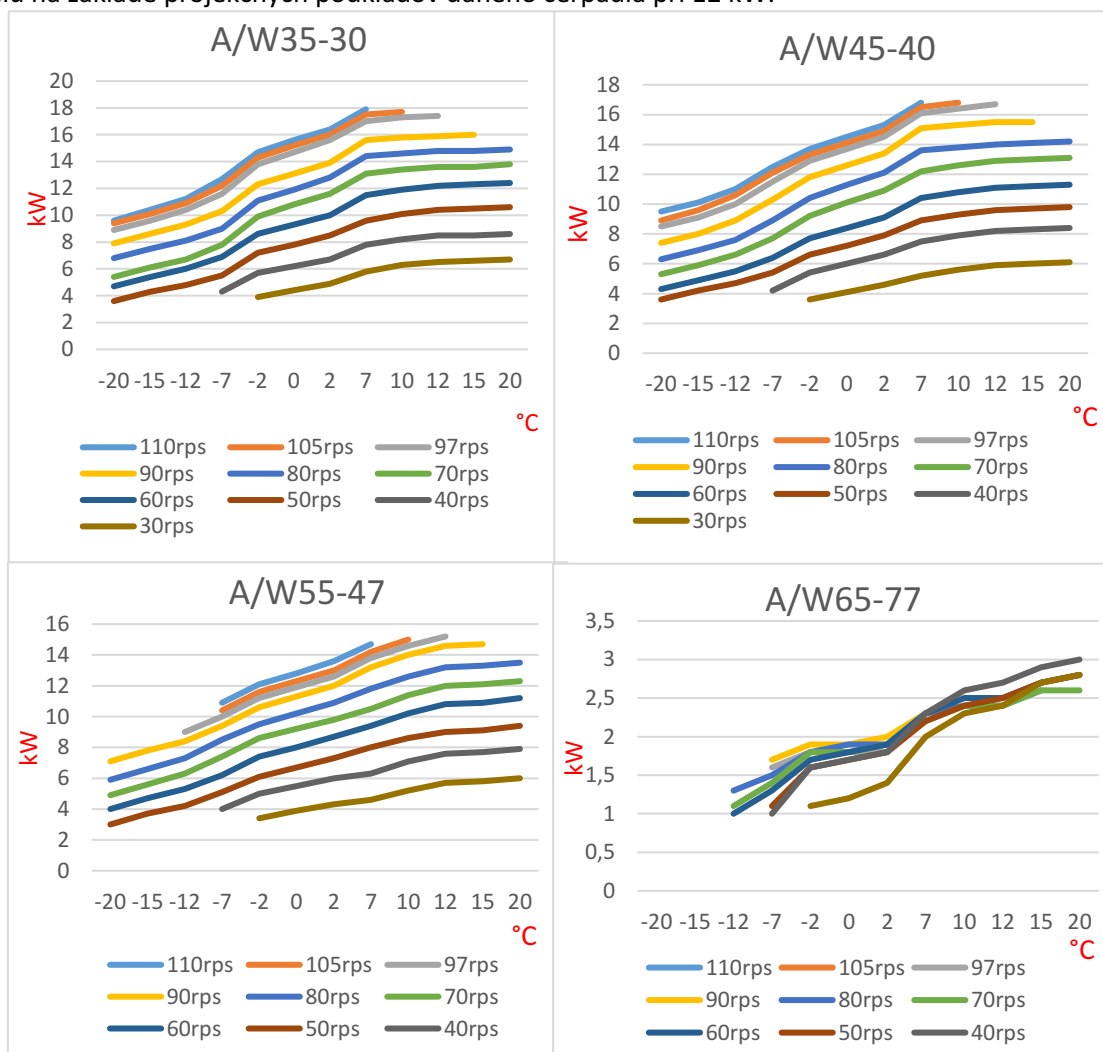
Potrebný výkon tepelného čerpadla

Pri výbere výkonu tepelného čerpadla sa orientujem podľa výsledných tepelných strát domu $Q_C = 9577W$. Navyše treba uvažovať aj výkon potrebný na prípravu TÚV. Vychádzam z predpokladu zhruba 0,25 kW na osobu na deň. [14]

V uvažovanom rodinnom dome bývajú 3 osoby, preto prirážka na prípravu TÚV bude 750W. Ak uvažujeme prirážku za TÚV, bude potrebný výsledný výkon tepelného čerpadla 10 327 W. Výrobca, ktorého som si zvolil je firma Vaillant. Je to pôvodom Nemecká firma s dlhým pôsobením na trhu a širokým spektrom výrobkov pre moderné vykurovanie a súčasti s ním spojené. Ponúka jednotlivé možnosti výkonových rád od 3,5,7,10 a 12 kW. S uvažovaním strát a prirážky na ohrev TÚV si zvolím čerpadlo 12 kW na základe ponuky firmy.

Vailant aroTHERM plus VWL 125/6

Pre tento konkrétny model som sa rozhodol z viacerých hľadísk. Jedno z najhlavnejších bolo, že je vhodný ako pre novostavby, tak aj pre rekonštruované. Je ideálny ako náhrada existujúceho vykurovacieho zdroja s koncepciou dlho udržateľnej energie. Vďaka vysokej výstupnej teplote až 75°C, môže byť kombinované aj s podlahovým vykurovaním, ale aj s radiátormi v starších domoch. Toto čerpadlo slúži na vykurovanie, prípravu teplej vody a môže byť použité aj na chladenie objektu. Vďaka umožnenej kombinácii s radiátormi je to výhoda, keďže objekt obsahuje radiátory, slúžiace na rozvod tepla pri využívaní starého tepelného zdroja a v tomto prípade kotol na pevné palivo, ktorý chceme nahradiť ekologickejším a modernejším spôsobom. Čo sa týka chladenia, bude použitý iný spôsob, keďže chladenie v kombinácii s radiátormi je technická problematika. Z výkonového hľadiska vie toto čerpadlo nahradiť potrebný výkon na vykurovanie rodinného domu. Vykurovacia prevádzka a príprava TUV sa v prípade potreby (nízke vonkajšie teploty), rieši cez prídavné elektrické vykurovanie. Najčastejšie elektrokotolom integrovanom v systéme. Možností doplnkových zdrojov sa ponúka viac a môžu sa vzájomne kombinovať. Pre názornosť dokladám grafy výkonových kriviek vytvorených v excelu na základe projekčných podkladov daného čerpadla pri 12 kW.



Obr.č. 28 Grafy hodnôt o výkone pri vykurovacej prevádzke u T.Č. 12 kW aroTHERM [16]



Obr.č. 29 T.Č. aroTHERM plus, uniTOWER plus [15]

Každý systém tepelného čerpadla aroTHERM pozostáva z dvoch jednotiek – tepelné čerpadlo inštalované vonku a vnútorná kompaktná jednotka uniTOWER plus so zabudovaným zásobníkom, ktorý má objem 185 l. V našom prípade uvažujeme 3 ľudí a 50l na osobu za deň, čiže potrebujeme 150 l zásobník vody, čo znamená, že tam ostane rezerva, avšak firma neponúka v prípade tohto čerpadla taký zásobník.

Technické údaje

Tab.č. 2 Parametre aroTHERM plus s modulom uniTOWER plus [15]

Parametre	VWL 125/6	Jednotka
Min. - Max. vykurovací výkon pri A7 /W35	5,8 – 17,9	kW
Min. - Max. vykurovací výkon pri A-7 /W35	3,7 -12,7	kW
Min. - Max. chladiaci výkon pri A35 /W18	6,0 - 18,0	kW
SCOP (sezónne COP pri priem. Klíme /W35)	4,95	
Min. - Max. výstupná teplota, režim kúrenie	20 - 75	°C
COP vzťahujúce sa len na A7/W35	5,3	
Max. výstupná teplota so záložným ohrievačom	75	°C
Rozmery (v/š/h)	1565/1100/450	mm
Hmotnosť (prevádzková)	210	kg
Hladina akustického výkonu pri A7 / W35	59	db (A)
Trieda energetickej účinnosti vykurovania pri 35	A+++	
Trieda energetickej účinnosti ohrevu vody	A	
Chladivo	R290	
Výkon záložného ohrievača	9 kW	kW

Pozn: Vysoký rozsah výkonu garantuje výrobca s kombináciou záložného ohrievača a všetko je regulovateľné skrz systémový regulátor sensoCOMFORT kompatibilným s aplikáciou sensoAPP. Stačí ak sa k regulátoru pripojí internetový modul sensoNET. [15]

Investičné náklady

Tab.č. 3 Orientačné investičné náklady, T.Č. vzduch – voda [17]

Základná zostava	Cenníková cena (€)	Akciová cena (€)
T.Č. aroTHERM plus WWL 125/6 A 400V Modul uniTOWER plus VIH QW190/6 E Regulátor sensoCOMFORT 720	13100	10600
Povinné príslušenstvo pre uniTOWER	Bez DPH	s DPH
Pripojovacia sústava pre uniTOWER s 3 bar poistným ventilom pre vykurovací okruh, 10 bar poistný ventil pre TV s dopúšťacou slučkou (sprava aj zľava)	375	450
Spolu	13475	11050

3.1.2. Alternatíva č. 2– Tepelné čerpadlo zem /voda

Ako druhú variantu som sa rozhodol pre tepelné čerpadlo na princípe zem/voda a to zapojenie so zemným kolektorom, pretože je k dispozícii dostatočná plocha v okolí domu. Spolu so zastavanou plochou rodinného domu a záhradou tvorí táto plocha približne $1089m^2$. Ponúka sa možnosť aj zemnej sondy. Vzhľadom na pozemok budem však uvažovať zapojenie s vyššie spomínaným kolektorom. Ďalšou výhodou je jeho menšia náročnosť na realizáciu a financie v porovnaní s geotermálnym vrtom.

Návrh zemného plošného kolektora

Kolektorové potrubie slúži pre získavanie tepla zo zemského podložia, nachádzajúce sa v hĺbke asi 1,5m. Toto potrubie je plastové a môže byť v niekoľkých prevedeniach. Najlacnejšie prevedenie je potrebné dodatočne pieskovať a najdrahšie pancierové je odolné aj voči trhlínám a bodovej záťaži. Je schopné odolať kameňom a i dlhodobému tlaku na malú plochu povrchu. V hĺbke 1,5 m sú po celý rok relatívne rovnaké teploty od 5 až do 15°C.

Pre výpočet dĺžky kolektora a veľkosti podkladovej plochy vychádzame z maximálnej extrakčnej kapacity pôdy uvedenej v tabuľke č.8. Norma uvažuje až do 2400 h s ohrevom TUV.

Tab.č. 4 Extrakčná kapacita pôdy podľa normy VDI 4640 [22]

Typ podložia	Max. špecifická extrakčná kapacita pri 1800 prev. h/rok	Max. špecifická extrakčná kapacita pri 2400 prev. h/rok
Suchá, nesúdržná pôda	10 W/ m^2 a 5 W/ bm	8 W/ m^2 a 4 W/bm
Súdržná, vlhká pôda	23 - 30 W/ m^2 a 15 W/bm	16-24 W/ m^2 a 12 W/bm
Vodou nasýtený piesok/štrk	40 W/ m^2 a 20 W / bm	32 W/ m^2 a 16 W/bm

Uvažujem pozemok s typom podlažia súdržná, vlhká pôda. Tepelné čerpadlo bude slúžiť pre vykurovanie a ohrev vody, takže sa budem riadiť hodnotami z tabuľky pre 2400 prevádzkových hodín za rok, teda budem uvažovať strednú hodnotu a to 20 W/m^2 .

Pri výpočte podkladovej plochy vychádzam teda z hodnoty 20 W/m^2 a celkovej tepelnej straty uvažovaného rodinného domu spolu s prirážkou na prípravu teplej úžitkovej vody, ktorú som už vypočítal v prípade T.Č. vzduch – voda $10\,327 \text{ W}$.

$$S = \frac{Q_c}{Q_s} = \frac{10327}{20} = 516,35 \text{ m}^2 \quad (1.8)$$

A dĺžka kolektoru sa vypočíta ako podiel celkovej tepelnej straty a extrakčnej kapacity na jeden meter dĺžky potrubia.

$$S_k = \frac{Q_c}{Q_l} = \frac{10327}{12} = 860 \text{ m} \quad (1.9)$$

Vaillant flexoCOMPACT exclusive zem – voda VWF117/4

Pre toto čerpadlo som sa rozhodol, pretože je tiež vhodný pre novostavby aj modernizácie. Toto konkrétne čerpadlo ma dispozíciou 185 l zásobník teplej vody zakomponovaný v zariadení. S uvažovaním 3 osôb by bol najvhodnejší 150 l, ale výrobca k tomuto konkrétnemu čerpadlu ponúka len túto možnosť. Je taktiež výhodný v mojom prípade, pretože môže byť kombinovaný s radiátormi a ako v predošlom prípade vzduch – voda sa ušetrí náklady. Štandardne je zabudovaný v T.Č. zdroj elektrokotol v prípade nízkych vonkajších teplôt.



Obr.č. 30 flexoCOMPACT exclusive so integrovaným zásobníkom TUV [23]

Tab.č. 5 Technické parametre flexoCOMPACT VWF 118/4 [23]

Parametre	VWF 117/4	Jednotka
Vykurovací výkon	11,18	kW
Príkon	2,34	kW
COP pri B0/W35	4,77	
Objem zásobníka vody	185	l
El. príkon prídavného vykurovania	9	kW
Vykurovací teplota	65	°C
Chladivo	R410 a	
Rozmery (v x š x h)	1868 x 595 x 720	mm
Hmotnosť	245	kg
Trieda Erp pri 35/55 °C	A++	

Tab.č. 6 Orientačné investičné náklady – flexoCOMPACT [17]

Základná zostava + príslušenstvo	Cena cenníková (€)
Tepelné čerpadlo flexoCOMPACT exclusive vWF 118/4, Regulátor sensoCOMFORT 720, Komunikačný modul VR 921	10200
Potrubie zemného kolektora	1460
Pripojovacie príslušenstvo	133,33
Etylén glykol 100% koncentrát 20 l	140
Napúšťacia a preplachovacia jednotka nemrznúcej zmesi	490
Prepojovacie PE vedenie medzi vonkajšiou a vnútornou jednotkou	460
Montážne práce, výkopové práce + projektová dokumentácia	3000
Spolu	16783,23

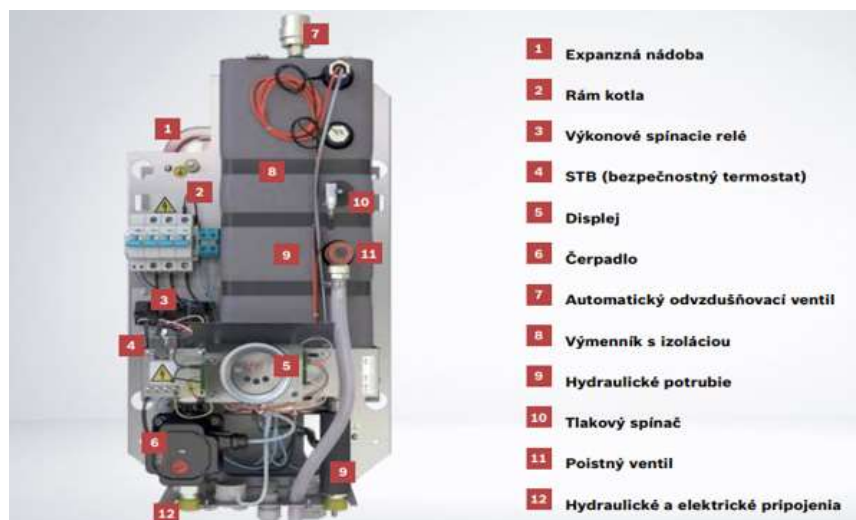
3.1.3. Alternatíva č. 3 Elektrická energia - elektrokotol

Do porovnania jednotlivých variant taktiež pridávam druh vykurovania čisto elektrickou energiou. Elektrická energia je v domácnostiach najdostupnejším energetickým zdrojom. V dnešnej dobe vďaka technológiám sa zlepšuje aj tento spôsob vykurovania. Sú umožnené nové spôsoby regulácie, sú šetrnejšie v porovnaní so staršími kotlami tohto druhu. Častokrát majú zabudované čerpadlo, ktoré dodá teplo, či už pre radiátory alebo podlahové vykurovanie. V tomto prípade sa bude uvažovať opäť zapojenie do systému s radiátormi s náhradou starého zdroja vykurovania na pevné palivo za nový a ekologickejší. Výkonovo hľadáme elektrokotol na základe hodnôt vypočítaných u prvej varianty.

Elektrokotol Tronic Heat 3500 so zásobníkom k príprave TUV

Elektrokotol je vyrábaný pod firmou Bosch. Je to teplovodný nástenný elektrokotol určený pre vykurovanie rodinných domov. Je možná inštalácia do už vstavaných uzatvorených vykurovacích sústav. Vyznačuje sa veľmi ľahkou obsluhou, hospodárnou prevádzkou, malými rozmermi a vysokou spoľahlivosťou. Zariadenie obsahuje rôzne funkcie ovládanie cez LED displej, vstavanú adaptívnu

reguláciu, protizámrazovú funkciu a možnosť pripojenia nepriamo ohrievaného zásobníka pre prípravu teplej vody. Výkon volím na základe celkových strát domu a prirážky.



Obr.č. 31 Elektrokotol Tronic Heat 3500 + popis súčastí [25]

Technické údaje

Tab.č. 7 Technické parametre elektrokotla so zásobníkom TÚV [25]

Parametre	Tronic Heat 3500 H	Jednotka
Výkon	11,88	kW
Trieda en. účinnosti	D	
Napätie	1x230, 3x400/230	V
Elektrická ochrana	IP 40	
Max. prevádzkový tlak	3	bar
Min. prevádzkový tlak	0,5 - 0,6	bar
Objem vody	3,7	l
Šírka x výška x hĺbka	330x712x273	mm
Objem externého zásobníka WD 160 B	149	l
Spotreba energie v pohotovostnom režime	1,5	kW h/d

Investičné náklady

Tab.č. 8 Orientačné investičné náklady - elektrokotol [26]

Zakladná zostava + príslušenstvo	Cena (€)
Závesný elektrický kotol 12 kW + integrované T.Č.	737
Modul pre ekvitermickú reguláciu	250
Trojcestný ventil + servopohon a snímač teploty	144
Snímač teploty 10 kΩ -25 °C SO10044 -2m, pre riadenie kotla podľa priestorovej teploty, alebo protimrazová ochrana	32,1
Hranatý zásobník objem 149 litrov, farba biela	674
Spolu	1837,1

3.1.4. Alternatíva č.4 Elektrické priamovýhrevné vykurovanie

Do porovnania navrhmem za účelom orientačného porovnania, ako by to vypadalo so systémom priamovýhrevného vykurovania. Ponúka sa na trhu množstvo možností, ako efektívne vykurovať týmto spôsobom. Zvolím si vykurovanie vykurovacími káblami. V prípade môjho R.D. u tejto varianty neuvažujem už radiátory, ale vykurovacie káble. Nie sú už potrebné ďalšie prídavné zariadenia. Táto alternatíva rieši iba vykurovanie a keďže sa v práci zaoberám aj ohrevom TÚV, je vhodné uvažovať dodatočný akumulčný ohrievač.

Návrh podlahového vykurovania vykurovacími káblami

Vykurovacie káble môžu byť inštalované priamo na alebo do podkladu. Podlahové vykurovanie uvažovaného domu by v tomto prípade vyžadovalo kompletnú rekonštrukciu celého systému ako aj zásahu do stavebnej konštrukcie, obzvlášť podlahy, keďže sa nejedná o novostavbu. V tomto prípade volím suchý systém vykurovania.

Vykurovacie káble je potrebné dimenzovať z hľadiska potrebného vykurovacieho výkonu. Budem vychádzať z celkovej tepelnej straty R.D., keďže výpočet je orientačný a alternatíva je navrhnutá len pre porovnanie. V prípade, že by sa počítal potrebný výkon pre jednotlivé miestnosti, postupovalo by sa výpočtom vykurovacieho výkonu na meter štvorcový. Číže orientačne volím vykurovacie káble, ktoré dohromady dosiahnu výkon približne 9577 W bez uvažovania prirážky na TÚV, pretože tento systém slúži iba na vykurovanie. Pridám dodatočne elektrický ohrievač vody pre 150l. Volím teda Vykurovací kábel 20 W/m.

Tab.č. 9 Orientálne investičné náklady – podlahové vykurovanie [27],[28]

Produkt	Cena (€)
Vykurovací kábel DKT 12 - 1200	1248
XPS tvrdý polystyrén 10mm	339,12
Fixačný pás	800
Termostat TFt	88,53
Elektrický ohrievač vody 150l TESY BILIGHT	269
Spolu	2744

3.2. Vyhodnotenie vykurovacích systémov multikriteriálnou analýzou

Pri vyhodnocovaní jednotlivých vykurovacích systémov použijeme metódu MCA. V oblasti elektroenergetiky je niekoľko metód riešenia viackriteriálnych úloh medzi ktoré napríklad patria.:

- Metóda váženého súčtu – WSA (Weighted Sum Approach)
- Metóda ideálnych bodov – IPA (Ideal Points Analysis)
- Metóda zhody a nezahody – CDA (Concordance Discordance Analysis)
- Metóda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Menej známymi metódami používanými v elektroenergetike sú tiež napríklad.

- Metóda AGREPREF (Aggregation Preferences) [31]

Výstupom bude určenie ideálnej varianty pre vykurovanie môjho rodinného domu. Budem posudzovať 4 varianty, ktoré sú riešené v predošlej kapitole. Tieto štyri varianty budem posudzovať na základe niekoľkých mnou zvolených kritérií. V mojom prípade som si zvolil najdôležitejším kritériom prevádzkové náklady, pretože si osobne myslím, že v porovnaní s počiatočnými investičnými nákladmi s ohľadom na to, že niektoré sú vysoké, tak prevádzkové náklady budú dosahovať oveľa lepších hodnôt. Ďalšie mnou zvolené kritéria sú životnosť a počiatočné investičné náklady. Nižšiu dôležitosť ako prevádzkové náklady má pre mňa počiatočná investícia a najnižšiu dôležitosť pre mňa má životnosť a spolu so zárukou. Takéto rozhodovanie je u každého potencionálneho investora do produktu individuálne. Každý uprednostňuje niečo iné a pre každého majú dôležitosť iné kritéria, preto nie každý môže s mojím rozhodnutím súhlasiť.

Tab.č. 10 Kritéria jednotlivých variant vykurovania

	Minimalizačné kritérium	Minimalizačné kritérium	Maximalizačné kritérium	Maximalizačné kritérium
Varianty	Investičné náklady(€)	Prevádzkové náklady (€)	Životnosť (rok)	Záruka (rok)
č.1 T.Č. - vzduch/voda	13475	991	20	5
č.2 T.Č. - zem/voda	16783	900	20	5
č.3 Elektrický kotol	1837	2109	15	2
č.4 Elektrické podlahové v.	2744	1980	15	2

Pre môj prípad som si zvolil metódu váženého súčtu WSA. V multikritériálnom hodnotení variant je možné pre každé kritérium priradiť úžitok. Jednotlivé váhy zvolených kritérií stanovým prostredníctvom Fullerového trojuholníka. Je viac metód stanovenia váh, osobne si zvolím túto. Váha jednotlivých kritérií sa následne vypočíta podľa vzorca (1.11) Zároveň sa kritéria párovo porovnávajú. Vyberám kritérium, ktoré má pre mňa väčší význam z dvojice.

$$f_i = \frac{n_i}{N}, N = \frac{k \cdot (k-1)}{2} \quad (1.11)$$

Y ₁	Y ₁	Y ₁	Y ₁	Y ₁
Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆
	Y ₂	Y ₂	Y ₂	Y ₂
	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆
		Y ₃	Y ₃	Y ₃
		Y ₄	Y ₅	Y ₆
			Y ₄	Y ₄
			Y ₅	Y ₆
				Y ₅
				Y ₆

Obr.č. 32 Fullero trojuholník [30]

Pozn.: Investičné náklady som uvádzal z cenníkovej ponuky, nie akciovej.

Tab.č. 11 Váhy jednotlivých kritérií – vykurovanie

Kritérium	Stanovená váha
Investičné náklady	0,2
Prevádzkové náklady	0,5
Životnosť	0,3
Záruka	0
Spolu	1

Ďalej postupujem tak, že si vytvorím tabuľku, do ktorej doplním bazálnu a ideálnu variantu. Ideálna varianta je tá, ktorá vzhľadom na maximalizačné a minimalizačné kritérium predstavuje najlepšiu možnosť. Bazálna varianta je tá, ktorá predstavuje zasa najhoršiu variantu. Tabuľka obsahuje ešte jeden riadok (H-D), v ktorom sa odčíta ideálna varianta od bazálnej a jeden stĺpec (w), v ktorom sa dopočítam k výslednej kompromisne najlepšej variante.

Ku všetkým kritériam, podľa ktorých sa rozhodujem pridám 0 alebo 1. V prípade ideálnej varianty dopĺňujem 1 ku kritériu, ktoré splňuje podmienky vzhľadom na maximalizačnú alebo minimalizačnú povahu. Ak je kritérium minimalizačnej povahy, doplníme 1 k najmenej novej variante. Ak je kritérium maximalizačnej povahy, doplníme 1 k najväčšej novej variante. V prípade bazálnej varianty postupujem rovnako ale namiesto 1 pridám 0.

Do prázdnych miest tabuľky (dielčích úžitkov) dopočítame hodnotu podľa vzorca

$$u_{ij} = \frac{u_{ij} - d_j}{h_j - d_j}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (1.12)$$

Kde

u_{ij}	- pôvodná hodnota	[—]
d_j	- najhoršia hodnota j-tého kritéria	[—]
h_j	- najlepšia hodnota j-tého kritéria	[—]

Tab.č. 12 Výsledky jednotlivých porovnávaných variant – vykurovanie

Zariadenie	Investičné náklady(€)	Prevádzkové náklady(€)	Životnosť (rok)	Záruka (rok)	w
T.Č. - vzduch/voda	0,22	0,92	1	1	0,804
T.Č. - zem/voda	0	1	1	1	0,8
Elektrokotol	1	0	0	0	0,2
El. podlahové vykurovanie	0,94	0	0	0	0,188
váha	0,2	0,5	0,3	0	
povaha	Min.	Min.	Max.	Max.	
H - ideálna varianta	1837	900	20	5	
D - bazálna varianta	16783	2109	15	2	
H - D	14946	1209	5	3	

Pre výpočet kompromisnej varianty (w) vychádzam z metódy váženého súčtu, čiže sčítam skalárne súčiny jednotlivých úžitkov kritérií s váhou kritéria

$$w = u_{ij} \cdot \text{váha} = (0,22 \cdot 0,2) + (0,92 \cdot 0,5) + (1 \cdot 0,3) + (1 \cdot 0) = 0,804 \quad (1.11)$$

Kompromisne najlepšou variantou vyšlo tepelné čerpadlo vzduch/voda od firmy Vaillant. V tesnom závese je tepelné čerpadlo zem/voda takisto od firmy Vaillant a najhoršie si viedli varianty elektrokotol a priamovykurovacie podlahové elektrické vykurovanie káblami. Osobne si myslím, že výber vhodného vykurovacieho zdroja závisí na množstve kritérií a požiadavkou. Pre mňa boli rozhodujúce vyššie uvedené kritéria. Keby som porovnával iné spôsoby vykurovania, výsledky by mohli byť o niečo rozdielnejšie. Na výber vhodnej varianty vplýva teda množstvo faktorov a je dané na požiadavkách investora, ktorý spôsob vykurovania mu bude najviac vyhovovať.

3.3. Výber rekuperácie zvoleného rodinného domu

V mojom prípade som sa rozhodol využiť namiesto centrálnej rekuperácie lokálnu rekuperáciu a to z dôvodu, že pri lokálnej rekuperácii nie je potrebná rozsiahlejšia rekonštrukcia a je podstatne ekonomicky výhodnejšou variantou pre mňa. Postačia malé stavebné úpravy v stenách a nie sú potrebné žiadne prídavné potrubia ako v prípade centrálnej rekuperácie. Centrálnu rekuperáciu z môjho pohľadu by bolo výhodnejšie použiť pri rozsiahlejšej rekonštrukcii domu.

Počas výberu vhodnej izbovej rekuperácie je rozhodujúci parameter veľkosť miestnosti, ktorej by nemal byť objem väčší, než výrobcom udávaná hodnota prietoku vzduchu rekuperácie (m^3/hod). Je nutné brať taktiež do úvahy šírku múru, ktorej musí zodpovedať nastaviteľný rozsah teleskopického vzduchovodu. [19]

Pri výbere rekuperácie je potrebné dodržiavať požiadavky na vetranie. Ako ukazovateľ kvality vnútorného prostredia sa považuje oxid uhličitý CO_2 . Maximálna doporučená koncentrácia CO_2 je 1000 ppm (0,1%). K udržovaniu tejto koncentrácie odpovedá prívod čerstvého vzduchu $25 m^3/hod$ na 1 osobu. Udáva sa, že 1 osoba vytvorí počas 4 hodín v priestore $40 m^3$ koncentráciu CO_2 v okolitom vzduchu cca. 1000 až 2000 ppm. Z ohľadom na vnútornú mikroklimu je treba brať ohľad aj na vlhkosť. Pri relatívnej vlhkosti pod 30% sa zvyšuje prašnosť, vnútorné klíma je extrémne suché a zvyšuje sa nebezpečie infekcií. Pri relatívnej vlhkosti nad 60% sa vytvárajú plesne, zatuchnutý vzduch a poškodenie stavieb. 1 osoba produkuje približne 2 l/deň vlhkosti pri sprchovaní, varení a vydychovaní. Z vyššie uvedených dôvodov je rozumné riešenie vhodná rekuperácia. [20]

Podľa normy ČSN EN 15665 sa obytné priestory vzhľadom na mikroklimatické podmienky, vetranie a koncentráciu škodlivín riadia nasledujúcimi údajmi uvedenými v tabuľke č.13.

Tab.č. 13 Množstvo privedeného/odvedeného vzduchu podľa normy

Odvod vzduchu (m^3/h)	Kuchyňa	Kúpeľňa	WC		
	100 - 150	50 - 90	25 - 20		
Nárazové vetranie (m^3/h)					
	60	60	40		
Prívod (typ miestnosti /počet osôb)	Kuchyňa/1 až 4	Spálňa/2	Detská izba (celodenne)/2	Detská izba (celodenne)/1	Obývačka
	60	40	50	30	n x 25

Pre vhodné navrhnutie potrebnej rekuperácie by sa malo uvažovať aj s dodatočnými spotrebičmi v domácnosti ako napríklad digestor na odstavanie vzduchu pri varení a podobne. V diplomovej práci navrhнем orientačné varianty lokálnych jednotiek k rekuperácii s ohľadom na tab.č.17. Ako bolo spomínané budem sa sústrediť iba na decentralizované systémy od rôznych firiem, ktoré rovnako ako varianty vykurovania porovnáam multikriteriálnou analýzou a vyberiem vhodnú jednotku pre môj R.D.

3.3.1. Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka recoVAIR VAR 60/1 D

Zvolil som si túto rekuperačnú jednotku od rovnakej firmy ako vyššie uvedené tepelné čerpadlo vzduch-voda z prehľadného hľadiska a dá sa zosynchronizovať so zariadeniami od rovnakej firmy. Táto jednotka je vhodná ako aj pre novostavbu, tak aj pre modernizáciu rodinných domov. Na rozdiel od centrálnej jednotky nie sú potrebné prídavné vzduchové kanály. Systém recoVAIR je zabudovaný do vonkajších stien rodinného domu. Jednotka pracuje na striedavom princípe odvádzaním vnútorného vzduchu smerom von a čerstvý je vháňaný dovnútra. Smer prúdenia sa takto mení každých 70 sekúnd. [21]

V princípe jednotka pracuje pri odsávaní tak, že vzduch prejde keramickým výmenníkom, ktorý v sebe akumuluje jeho tepelnú energiu a vracia ju späť v režime prívodu spolu s vonkajším vzduchom, ktorý je navyše prečistený skrz filtre osadené v jednotke. Jednotlivé prevádzkové režimy sa dajú nastaviť pohodlne skrz diaľkový ovládač. V manuálnom režime je možné vybrať 3 rôzne úrovne vetrania. Je dostupný aj ovládací panel so zabudovaným senzorom CO_2 , ktorý pri zväčšenej úrovni zvýši intenzitu vetrania tejto jednotky.



Obr.č. 33 recoVAIR VAR 60/1 D – znázornenie princípu [21]

Na základe údajov o objeme jednotlivých miestností uvažovaného R.D. z programu Techcon som vytvoril tabuľku č. 14 a v nej jednotlivé miestnosti, ktoré budú rekuperované s uvažovaním pobytu osôb a prietoku vzduchu pri uvažovaní týchto osôb. Hodnoty sú taktiež porovnané z hľadiska minimálnej a maximálnej hodnoty prietoku vzduchu, ktoré sú udávané normami. Je vidieť, že žiadna miestnosť neprekračuje hodnotu 60 m^3 a tým pádom sa hodí udaná rekuperačná jednotka. Táto rekuperačná jednotka sa môže nasledovne regulovať na základe potrebnej výmeny vzduchu a množstva CO_2 . Obdobne riešim aj ďalšie jednotky od iných firiem.

Tab.č. 14 Hodnoty prietoku vzduchu pre uvažovaný rodinný dom

Učel miestnosti	Objem (m^3)	Prietok vzduchu min.-max. x počet osôb (celodenne) (m^3/hod)	Prietok vzduchu min.-max. x počet osôb (čiastočne)
Izba.č.1	45,78	1 = 15 až 25	0
Obývačka 1,2 časť	55,94	3 = 45 až 75	1 = 15 až 25
Spálňa	29,22	2 = 30 až 50	1 = 15 až 25
Kuchyňa	41,08	3 = 45 až 75	1 = 15 až 25
Kúpeľňa	13,21	1 = 15 až 25	0
Izba .č.2	48,26	2 = 30 až 50	1 = 15 až 25

Technické parametre

Tab.č. 15 Technické parametre recoVAIR VAR 60/1 D [21]

Rozmery (mm)	160x 660
Min. hrúbka steny (mm)	280
Max.hrúbka steny (mm)	500
Menovité napätie (V)	220-240/50Hz
Min. - max. príkon (W)	4,9 - 8,9
Max. objemový prietok vzduchu (m^3/hod)	60
trieda filtrov (DIN EN 779:2012-10)	2 x G3
Termická účinnosť pri min. stupni (%)	84,9 / 84,6
Termická účinnosť pri strednom stupni (%)	76,6/75,
Termická účinnosť pri max. stupni (%)	71,4 / 70,8
Akustický výkon (dB)	33,8 až 45,9

Tab.č. 16 Orientačné investičné náklady recoVAIR VAR 60/1 D [17]

Základný prvok	Prvok	Počet	Cena s DPH za kus (€)
Rekuperačná jednotka	recoVAIR 60/ 1 D	6	404
Povinné a doplnkové príslušenstvo			
Ovládací panel s CO2 snímačom	VAZ CPC	1	530
Diaľkové ovládanie	VAZ RC	1	41
Montážna rúra	VAZ	6	32
Biely kryt na vonkajšiu stenu	VAZ G160	6	22
	Spolu		3319

3.3.2. Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka HR 100W

Jednotka je vyrábaná pod firmou Regulus. Pracuje s vyrovnanou tlakovou bilanciou (rovnotlaké), tzn. že do miestnosti privádza takmer rovnaké množstvo vzduchu aké odvádza. Princípiálne je v jednotke umiestnené dvojité obežné kolo a výmenník, usporiadané tak, že súčasne privádzajú aj odvádzajú vzduch a pritom sa teplo použitého odchádzajúceho vzduchu odovzdáva čerstvému privádzanému vzduchu. Tým je dosiahnutých 70% rekuperácie tepla z odvádzaného vzduchu. Pre situácie, kedy je potrebné nárazovo zvýšiť výmenu vzduchu, je k dispozícii intenzívny režim. [32]



Obr.č. 34 Rekuperačná jednotka HR100W [32]

Výrobca neponúka však k tomuto konkrétnemu modelu snímač CO_2 , čiže snímač bude dodaný samostatne na základe ponuky. Vzhľadom k tomu, že R.D. má obvodové murivo približne 450 mm, je potrebné doplniť z príslušenstva vhodné predĺženie. Jednotky budú rozmiestnené jednotlivo, podľa tab.č.14.

Tab.č. 17 Technické parametre HR100W - Regulus [33]

Rozmery (mm)	195x270x370
Nízky prietok vzduchu - sanie (m^3/hod)	38
Nízky prietok vzduchu - výtlak (m^3/hod)	43
Vysoký prietok vzduchu - sanie (m^3/hod)	69
Účinnosť rekuperácie (%)	max. 70
Napájanie (V, Hz)	230, 50
Poistka napájania (A)	3 (vonkajšie istenie)
Príkon pri nízkom prietoku (W)	12
Príkon pri vysokom prietoku (W)	31
Hladina hluku max. (dB)	35

Tab.č. 18 Orientačné investičné náklady HR100W – Regulus [34],[35]

Základný prvok	Prvok	Počet (kus)	Cena (€)
Rekuperačná jednotka	HR 100W	6	294
Predĺženie	EXT 100	6	72
Snímač	NLII CO2	1	287
Filtračná textília	HR 100W	6	2,2
Spolu (€)			2496,2

3.3.3. Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka ComfoAir 70

Ako tretiu alternatívu som si vybral na základe firemných ponúk lokálnu rekuperačnú jednotku od firmy Zehnder a konkrétne model ComfoAir 70. Jednotka funguje systémom rovnotlakého riadeného vetrania. Inštalácia je vhodná ako pri novostavbách, tak aj rekonštrukciách. Vetracia jednotka je vybavená vysoko účinným entalpickým výmenníkom pre spätné získavanie tepelnej energie a rovnako aj vzdušnej vlhkosti. Výhodou jednotky je tichšia a energeticky úspornejšia prevádzka vďaka radiálnym ventilátorom a vnútornej izolácii. Obsahom jednotky je inteligentné riadenie s voliteľným modulom so senzorom vlhkosti a CO_2 . Ovládanie je riešené externým ovládačom Zehnder ComfoLED. Prevádzka je čistá bez vzniku kondenzátu, vytekajúceho na fasádu.

Rozmiestnenie jednotiek podľa tab.č.14.



Obr.č. 35 Rekuperačná jednotka ComfoAir 70 [36]

Ovládač, umiestnený na prednej strane jednotky umožňuje jednoduchú obsluhu a je možné nastavovať 4 stupne výkonu alebo aktivovať režim Stand – by. Počas automatického režimu vyhodnocuje jednotka signálu zo senzorov a následne upravuje prietok vzduchu pri zachovaní maximálneho komfortu bývania.

Tab.č. 19 Technické parametre ComfoAir – Zehnder [36]

Rozmery (mm)	660x440x145
Trieda filtrácie	G4
Sieťové napájanie (V/Hz)	230/50Hz
Prietok vzduchu (m^3/hod)	15 -25 -40 -60
Účinnosť rekuperácie (%)	do 90
Riadenie	4 stupňové
Protimrazová ochrana (°C)	od -5 do 15
Spotreba energie (W)	od 4 do 17
Maximálnu prúdový príkon (A)	0,15
Hladina hluku max. (dB)	47

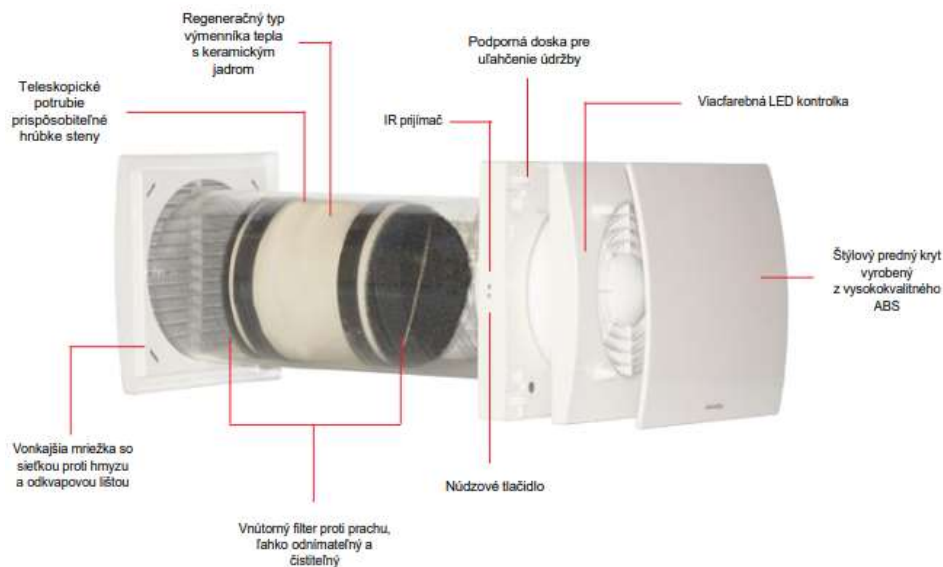
Tab.č. 20 Orientačné investičné náklady ComfoAir 70 – Zehnder [37]

Základný prvok	Prvok	Počet (kus)	Cena (€)
Rekuperačná jednotka + nerezový vonkajší kryt	ComfoAir 70	6	1370
Ovládacia jednotka	ComfoLED	1	84,1
Snímač vlhkosti a kvality vzduchu a Co2	ComfoSpot 50	1	267,8
Kruhová stenová inštalácia trubka	MAC-CA70	6	76,3
Sada filtrov 2ks	ComfoAir 70	3	29,3
Spolu (€)			9117,6

3.3.4. Decentralizovaná (lokálna) rekuperačná jednotka Quantum NEXT

Ako poslednú rekuperačnú jednotku do porovnania volím od firmy TZB produkt. Táto jednotka sa vyznačuje vysokoúčinným reverzibilným EC motorom s integrovanou tepelnou ochranou. Obsahom jednotky je taktiež výmenník tepla s keramickým jadrom s vysokou tepelnou účinnosťou. Filtre sú umývateľné a protiprachové. Teleskopické potrubie je nastaviteľné hrúbke steny. Ovládanie je riešené skrz LCD displej zobrazujúcim aj stav jednotky. Súčasťou zariadenia je automatické riadenie, inteligentná regulácia vlhkosti, jednoduchá synchronizácia s jednotlivými jednotkami. Tieto jednotky sú prepojené komunikačným protokolom. Prostredníctvom diaľkového ovládača je umožnené voľiť medzi funkciami na smer prietoku, voľné chladenie, 5 stupňov rýchlostí a prepínanie medzi jednotlivými režimami.

Nedostatkom je z môjho pohľadu už len snímač na úroveň CO_2 . Opäť tento snímač volím z dostupnej ponuky.



Obr.č. 36 Rekuperačná jednotka Quantum Next [38]

Súčasťou systému môže byť aj odvodný ventilátor v miestnosti s vysokou vlhkosťou. Tento spôsob vetrania nevyžaduje potrubný systém. Výrobca taktiež udáva, že jednotky sú testované v laboratóriu a výroba jednotiek je v súlade s normou EN60335-2-80.

Tab.č. 21 Technické parametre Quantum Next – TZBprodukt [38]

Max. prietok vzduchu (m^3/hod)	60
Tepelná účinnosť max. (%)	82
Sieťové napájanie (V/Hz)	230/50Hz
Akustický tlak max.(dB)	29
Spotreba en. pri rôznych rýchlostiach (W)	6/4,5/3,5/2
Riadenie	4 stupňové
Protimrazová ochrana (°C)	od -5 do 15
Spotreba energie (W)	od 4 do 17
Stupeň ochrany IP	X4

Tab.č. 22 Orientačné investičné náklady Quantum Next – TZBprodukt [39]

Základný prvok	Prvok	Počet (kus)	Cena (€)
Rekuperačná jednotka	Quantum NEXT	6	303
Ovládač rekuperačnej jednotky	Quantum HR	1	16
Snímač Co2	NLII-CO2+RH	1	287
Externý kryt	Quantum HR	6	49
Spolu (€)			2415

3.4. Vyhodnotenie lokálnej rekuperácie multikritériálnou analýzou

Počas hodnotenia rekuperácie vhodnej do uvažovaného R.D. MCA analýzou postupujem rovnako ako počas kapitoly 3.2., kde som vyberal vhodný vykurovací systém. Pre mňa najdôležitejším kritériom sú určite investičné náklady, druhým podstatným kritériom je v tomto prípade určite účinnosť, pretože z môjho pohľadu je dôležité s akou účinnosťou rekuperujú porovnávané jednotky. Komfort prevádzky u mňa zaujal predposledné miesto. Z hľadiska rekuperácie je určite komfort pre mňa dôležitý ale v porovnaní s účinnosťou a investičnými nákladmi má pre mňa menšiu dôležitosť. Do porovnania som zaradil aj hlučnosť danej jednotky. Myslím si, že by hlučnosť mohla byť zaradená aj do komfortu prevádzky ale budem pre tento prípad uvažovať, že to je samostatné kritérium. Komfort prevádzky som zaradil formou stupňov, pričom 0 je najhorší a 5 najlepší.

Tab.č. 23 Kritéria jednotlivých variant rekuperácie

	Minimalizačné kritérium	Maximalizačné kritérium	Maximalizačné kritérium	Minimalizačné kritérium
Varianty	Investičné náklady (€)	Účinnosť (%)	Komfort prevádzky (stupeň)	Hladina hluku (dB)
č.1 recoVAIR	3319	84,9	5	45,9
č.2 HR100W	2496,2	70	3	35
č.3 ComfoAir	9117,6	90	4	47
č.4 Quantum NEXT	2415	82	5	29

Jednotlivé váhy zvolených kritérií stanovým opäť prostredníctvom Fullerového trojuholníka a na základe rovnice (1.11)

Tab.č. 24 Váhy kritérií - rekuperácia

Kritérium	Stanovená váha
Investičné náklady	0,5
Účinnosť	0,3
Komfort prevádzky	0,2
Hlučnosť	0
Spolu	1

Postup je rovnaký ako 3.2, čiže výsledná tabuľka a výpočet prázdnych miest (dielčích úžitkov) podľa rovnice 1.12. Výsledný výpočet podľa rovnice 1.13.

Z tabuľky č.31 je zrejmé, že najlepšia varianta podľa mnou zvolených kritérií je lokálna rekuperačná jednotka Quantum NEXT od firmy TZBprodukt. Z môjho hľadiska by bola taktiež veľmi vhodná rekuperácia od firmy Vaillant recoVAIR VAR 60 1/D a to z dôvodu, že môže byť synchronizovaná s tepelným čerpadlom vzduch/voda od tej istej firmy, ktoré tiež vyšlo ako najvhodnejšia varianta vykurovania pre zvolený R.D. Celé rozhodovanie záleží od investora, či sa rozhodne pre centrálnu jednotku alebo dá prednosť lokálnym decentralizovaným jednotkám a od jeho potrieb a komfortu a úspory tepelnej energie, ktoré rekuperačné zariadenia umožňujú. Ja som si zvolil druhý spôsob z dôvodov spomenutých kapitole 3.3.

Tab.č. 25 Výsledky jednotlivých porovnávaných variant rekuperácie

Zariadenie	Investičné náklady (€)	Účinnosť (%)	Komfort prevádzky (stupeň)	Hladina hluku (dB)	w
recoVAIR	0,87	0,75	1	0,06	0,86
HR100W	0,98	0	0	0,67	0,49
ComfoAir	0	1	0,5	0	0,5
Quantum NEXT	1	0,6	1	1	0,88
váha	0,5	0,3	0,2	0	
povaha	Min.	Max.	Max.	Min.	
H - ideálna varianta	2415	90	5	29	
D - bazálna varianta	9117,6	70	3	47	
H - D	6702,6	20	2	18	

3.5. Výber chladenia zvoleného rodinného domu

Pri výbere vhodného chladenia existuje mnoho možností. Veľký vplyv má, či sa jedná o novostavbu alebo rekonštrukciu. Dobré chladenie sa dá riešiť nielen klimatizáciou, ale aj vhodným tienením okien vhodnými tieniacimi prvkami. Takéto chladenie sa nazýva pasívne chladenie a najúčinnnejším spôsobom, ako toto chladenie realizovať je prostredníctvom vonkajších žalúzií. Pasívne chladenie má predovšetkým úlohu predchádzať prehrievaniu jednotlivých miestností a riešiť predovšetkým príčinu ohrievania domu. Dôležitou vlastnosťou je orientácia izieb podľa svetových strán. Ako som už spomínal v kapitole 2.1.2., sú jednotlivé izby orientované takto:

Obývačka je orientovaná na juhovýchod a v tejto miestnosti sa stretáva najväčší počet osôb s najväčšou frekvenciou. V mojom prípade budem teda smerovať chladenie menovito na túto miestnosť. Spálňa je orientovaná na sever, čo je výhodné, pretože pre spánok sú vhodnejšie nižšie teploty, než vo zvyšku izieb. Spálňu teda budem uvažovať len vo forme vhodného doplnkového tienenia. Kuchyňa je v spojení s prístupovou chodbou a v samotnej kuchyni nie sú umiestnené okná, ale až v spomínanej prístupovej chodbe. Táto chodba je orientovaná na juhovýchod a na kuchyňu má len čiastočný vplyv a frekvencia prechádzajúcich osôb je osobne pre mňa dosť malý vplyv, aby som uvažoval strojové vetranie prostredníctvom klimatizácie. Túto chodbu doplním vhodným tienením vo forme žalúzií. Izba vedľa obývačky je orientovaná na severovýchod a tu budem uvažovať iba doplnkové tienenie. Zvyšné dve izby sú prakticky nevyužívané orientáciou na severozápad, pričom tam nebudem uvažovať vzhľadom na investičné náklady a využitie priestoru žiadne chladenie. Obývačka je teda pre mňa podstatnou miestnosťou pre chladenie vzhľadom na frekvenciu osôb a orientáciu miestnosti.

Ako doplnkovú informáciu dodám, že v tejto diplomovej práci budem chladenie riešiť skôr formou jednoduchosti a zamedzeniu tepla v letných dňoch ako zložitejším konštrukčným konceptom vo forme novodobého stropného chladenia a rozsiahlejších klimatizačných systémoch. Z môjho pohľadu podstatnou časťou je vykurovanie a rekuperácia, čo sa týka úspor energie a chladenie je skôr otázkou komfortu jednotlivých investorov a prevádzkové náklady na jednotlivé klimatizačné systémy vzhľadom na potrebný chladiaci výkon nie je zanedbateľný prvok.

Každopádne pre orientáciu a cieľ práce navrhнем do porovnania jednoizbovú klimatizačnú jednotku orientovanú na obývačku pre prípad prehodnotenia môjho názoru v budúcnosti. Vyberiem niekoľko variant od rôznych výrobcov a porovnam multikriteriálnou analýzou. Doplnkové riešenie vo forme žalúzií navrhнем len jedno, ktoré by vyhovovalo orientačným požiadavkám. Toto riešenie nebudem porovnávať so žiadnym.

Návrh jednoizbovej klimatizácie

Podľa dostupnej literatúry navrhнем orientačne veľkosť chladiaceho výkonu potrebného na chladenie zvolenej izby. Táto izba má rozlohu $22,84 \text{ m}^2$ takže orientačne volím výkon v rozmedzí od 2,5 do 3,5 kW. Je to len orientačný výpočet pre znázornenie postupu.

Zariadenie slúži iba na chladenie, nie na vetranie. Pre tento účel som už vybral vhodnú lokálnu rekuperačnú jednotku. Sú dostupné aj klimatizácie s funkciou vetrania, ide však o náročnejšie zariadenia spojené s vetracím systémom.

3.5.1. Nástenná klimatizácia Daikin Sensira

Je moderná účelná jednotka pre optimálnu vnútornú klímu. Split kombinácia FTXF25B + RXF25B je určená pre miestnosti s rozlohou do 25 m^2 . Jednotka má aj možnosť dodatočného vykurovania, ale pre tento účel nebude použitá.

Tab.č. 26 Technické parametre Daikin Sensira [41]

Chladiaci výkon (kW)	1,3/2/2,6		
Príkion chladenia (kW)	0,31/0,51/0,72		
Ročná spotreba (kW/h)	114		
Sezónna účinnosť SEER	6,15		
Nominálna účinnosť EER	3,94		
Vnútorná jednotka		Vonkajšia jednotka	
Rozmery v/š/h (mm)	286/770/225	Rozmery v/š/h (mm)	550/658/225
Prietok- režim chladenia (m^3/min)	9,8/7,9/5,9/4,4	Akustický výkon (dB)	60
Akustický výkon (dB)	55	Chladivo	R-32
Napájanie (V/Hz)	1~/220/50	Pripojenie potrubia (m)	15
Hladina hluku (dB)	46		



Obr.č. 37 Nástenná klimatizácia Daikin Sensira [41]

Tab.č. 27 Orientačné investičné náklady Daikin Sensira [41]

Základná prvok	Prvok	Počet (kus)	Cena s DPH(€)
Daikin Sensira	FTXF25B + RXF25B	1	718,08
Montáž klimatizácie			240
		Spolu (€)	958,08

Pozn.: Montážnu cenu uvádza firma, približnú cenu použijem aj v ďalších variantách, ak ostatné firmy montáž neuvádzajú.

3.5.2. Nástenná klimatizácia Wind Free Ultra AR9600

Ako druhú variantu si vyberám model od spoločnosti Samsung. Model dosahuje žiadajú teplotu rýchlejšou cirkuláciou chladeného vzduchu v miestnosti. Jednotka má zabudovanú bezprievanovitú funkciu, slúžiacu na udržiavane nastavenej teploty v miestnosti. Súčasťou je aj plazma iónový generátor a čistička vzduchu PM2.5, eliminujúca škodliviny vo vzduchu a ničiaca baktérie. Jednotka pracuje s dvojstupňovým systémom chladenia. V prvom režime jednotka okamžite ochladí vzduch a v druhom režime prepne do bezprievanovitého režimu. Jednotka ponúka aj možnosť vykurovania. Ako pri prvej variante, nebudem uvažovať jednotku na vykurovanie. Je určená pre miestnosti s rozlohou do 25 m².

Tab.č. 28 Technické parametre Wind Free Ultra AR9600 [42]

Výkon chladiaci (kW)	2,5
SEER	7,2
Ročná spotreba (kW/h)	122
Menovitý príkon (W)	580
Menovitý prúd (A)	3,2
Prietok vzduchu vonkajšia j. (m ³ /min)	27
Prietok vzduchu vnútorná j. (m ³ /min)	9,5
Hladina hluku vonkajšia j. max. (dB)	59
Hladina hluku vnútorná j. max. (dB)	55
Dĺžka potrubia max. (m)	15
Chladivo	R32
EER	4,31



Obr.č. 38 Samsung Wind Free Ultra AR9600 [42]

Tab.č. 29 Orientačné investičné náklady Wind Free Ultra AR9600 [42]

Základná prvok	Prvok	Počet (kus)	Cena s DPH(€)
Samsung	Wind Free Ultra	1	1400,95
Montáž klimatizácie			240
Spolu (€)			1641

3.5.3. Nástenná klimatizácia LG Standard

Tretiu variantu do porovnania uvažujem klimatizačnú jednotku od firmy LG. Jednotka má invertorový kompresor, ktorý rieši problémy s účinnosťou a hlukom, vďaka čomu táto klimatizácia chladí rýchlejšie s tichšou prevádzkou. Ponúka sa tu tlačidlo LG Active Energy Control, upravujúce spotrebu energie. Jednoducho sa ovláda chladiaci výkon. Samozrejmosťou jednotky je rýchle kúrenie, ktoré však nebudem uvažovať pri tejto jednotke. Spotreba je určená len pre chladenie ako v predchádzajúcich dvoch variantách. V zariadení je zahrnutá aj funkcia čistenia vzduchu.



Obr.č. 39 Nástenná jednotka LG Standard [43]

Tab.č. 30 Technické parametre LG Standard [43]

Výkon chladiaci(min/nom/max) (kW)	0,89/2,5/3,7
SEER	7
Ročná spotreba (kWh)	125
Chladiaci výkon(min/nom/max) (W)	890/2500/3700
Príkon chladenie (W)	656
Prietok vzduchu vonkajšia j. (m^3/min)	27
Prietok vzduchu vnútorná j. (m^3/min)	12,5
Hladina hluku vonkajšia j. max. (dB)	48
Hladina hluku vnútorná j. max. (dB)	41
Dĺžka potrubia max. (m)	15
Chladivo	R32
EER	3,81

Tab.č. 31 Orientačné investičné náklady LG Standard [44]

Základná prvok	Prvok	Počet (kus)	Cena s DPH(€)
LG	S09EQ	1	741,6
Montáž klimatizácie			240
		Spolu (€)	981,6

4. Vyhodnotenie chladenia multikritériálnou analýzou

Počas hodnotenia chladenia vhodného do uvažovaného R.D. MCA analýzou postupujem rovnako ako počas kapitoly 3.2., kde som vyberal vhodný vykurovací systém. Pre mňa najdôležitejším kritériom je ročná spotreba, druhým podstatným kritériom pre mňa sú investičné náklady. Ročná spotreba energie je úzko spätá s prevádzkovými nákladmi, takže budem uvažovať ročnú spotrebu s prevádzkovými nákladmi ako jedno kritérium. Tretie kritérium bude nominálna účinnosť označená ako EER. Môžem uvažovať aj s ročnou účinnosťou SSER, ale pre tento prípad ponechám EER. Posledným najnepodstatnejším kritériom pre mňa je hlučnosť. Pri hlučnosti budem uvažovať vnútornú jednotku, keďže na vonkajšej hlučnosti mi príliš nezáleží. R.D. je umiestnený tak, že hlučnosť vonkajšej jednotky by nemala nikomu prekážať. Ročnú spotrebu chladenia udávajú výrobcovia.

Tab.č. 32 Kritéria jednotlivých variant chladenia R.D.

	Minimalizačné kritérium	Minimalizačné kritérium	Maximalizačné kritérium	Minimalizačné kritérium
Varianty	Počiatočné investičné náklady(€)	Ročná spotreba (kWh/rok)	EER	Hlučnosť (dB)
č.1 Daikin Sensira	958,08	114	3,94	46
č.2 Samsung Wind Free Ultra	1641	122	4,31	55
č.3 LG Standard	981,6	125	3,81	41

Jednotlivé váhy zvolených kritérií stanovím opäť prostredníctvom Fullerového trojuholníka a na základe rovnice ako pri predchádzajúcich dvoch porovnaníach. (1.11)

Tab.č. 33 Váhy kritérií – chladenie

Kritérium	Stanovená váha
Investičné náklady	0,3
Ročná spotreba	0,5
EER	0,2
Hlučnosť	0
Spolu	1

Tab.č. 34 Výsledky jednotlivých porovnávaných variant - chladenie

Zariadenie	Investičné náklady(€)	Ročná spotreba (kWh)	EER	Hlučnosť (dB)	w
Daikin Sensira	1	1	0,26	0,64	0,852
Samsung Wind Free	0	0,27	1	0	0,335
LG Standard	0,97	0	0	1	0,291
váha	0,3	0,5	0,2	0	
povaha	minimalizačné	minimalizačné	maximalizačné	minimalizačné	
H - ideálna varianta	958,08	114	4,31	41	
D - bazálna varianta	1641	125	3,81	55	
H - D	682,92	11	0,5	14	

Najlepšou variantov vyšla jednoznačne v porovnaní s ostatnými variantami nástenná klimatizačná jednotka Daikin Sensira s veľkým náskokom. Výsledky by sa mohli líšiť v závislosti na požiadavkách investora. Prvá varianta si viedla najlepšie v každom kritériu až na EER. V EER si najlepšie viedla Samsung Wind Free, ale v iných kritériách by neustála v porovnaní s prvou variantov.

Doplňkové tienenie na okná pre pasívne chladenie

Na trhu je množstvo alternatív ako tieniť vhodným spôsobom okná. Môžeme sa rozhodnúť buď pre okenice, markízy, závesy, rolety, či žalúzie. Po určitom preskúmaní jednotlivých alternatív som sa rozhodol pre tienenie vo forme žalúzií. Proti prevencii prehrievania sa najlepšie hodia exteriérové žalúzie. Sú schopné zachytiť viac tepla ako interiérové.

Žalúzie Z – 90

Tento model sú žalúzie od firmy Blirol, ktorá je v podstate najväčší e-shop v oblasti kvalitnej tieniacej techniky. Ponúkajú regulovateľnosť prirodzeného denného svetla, vďaka čomu sa dá jednoducho prispôbiť teplota v miestnosti.



Obr.č. 40 Vonkajšie žalúzie Z 90 [45]

Dajú sa bez problémov namontovať do existujúcich stavieb s minimálnymi úpravami. Žalúzie sa vyrábajú na mieru okna. V mojom prípade si vyberiem elektrické ovládanie skrz motor a diaľkový ovládač. Firma dodáva žalúzie na základe požiadavkou kupujúceho, ktorý si sám navrhne veľkosti podľa okien a typ ovládania, či kľukou alebo motorom. V mojom prípade si zvolím motor a na základe veľkosti okien a farby jednotlivých žalúzií si zhotovím cenovú kalkuláciu na základe ponuky firmy (viď. Tab.č.35,36).

Tab.č. 35 Parametre zvolenej žalúzie [45]

Farba lamely	Strieborná
Strana ovládania	Pravá
Ovládanie	Motor + diaľkové ovládanie
Typ vedenia	Jednoduchá lišta
Farba vodiaceho profilu	Strieborná
Krycí plech	Priznaný

Tab.č. 36 Orientačné investičné náklady na základe ponuky - žalúzie

Rozmery okna (cm)	Počet (kus)	Cena (€/kus)
60 x 90	1	343,23
125 x 170	4	400,97
170 x 200	1	426,56
	Spolu (€)	2372,67

V teplých letných mesiacoch sa dá teda zamedziť prehrievaniu rodinného domu pasívnym spôsobom s uvažovaním žalúzií, ktoré som orientačne navrhol a rovnako pre orientáciu som navrhol klimatizačné chladenie pre izbu s najväčšou frekvenciou osôb a južovýchodnou orientáciou, obývačku. Z môjho pohľadu je chladenie objektu dosť rozsiahlou problematikou, čo sa týka spôsobov riešenia. Do popredia idú stále novšie, účinnejšie zariadenia a trendy chladenia. Netreba však zabúdať častokrát na obyčajný zdravý rozum a stavbu si upraviť tak, aby sme zamedzili zbytočnému prehrievaniu, ktoré vďaka vhodne riešenému pasívnemu chladeniu prostredníctvom tieniacej techniky ide dosiahnuť. Dobrou možnosťou je aj vhodná farba strechy, jednotlivých stien, obvodových murív. Platí predsa, že tmavá farba teplo pohlcuje a svetlá odráža. Myslím si, že vhodných spôsobov a kombinácií je viac ako dosť.

5. Záver

V diplomovej práci sa zaoberám návrhom vykurovania, rekuperácie a chladenia s využitím moderných metód pre zvolený rodinný dom.

V prvej kapitole som sa snažil teoreticky rozobrať problematiku vykurovania, rôzne ekologické spôsoby aj menej ekologické spôsoby vykurovania. Snažil som sa osvetliť aj problematiku rekuperácie a chladenia a rôzne spôsoby realizácie.

V druhej kapitole som sa zaoberal výpočtom celkovej tepelnej straty rodinného domu prostredníctvom programu Techcon. Do programu bolo nutné vložiť pôdorys objektu zahŕňajúci prízemie a prvé poschodie. Za pomocou tohto programu som mohol namodelovať celý dom so zahrnutím materiálov jednotlivých konštrukcií v programe. Rodinný dom nie je novostavba a preto v porovnaní s novodobými stavbami, ktoré sa už navrhujú modernejšími metódami sú rozdiely v tepelných stratách rozdielne. Celkové tepelné straty v mojom prípade vyšli 9,577 kW. Podľa tejto hodnoty som ďalej pracoval. Vypočítal som si aj celkovú spotrebu energie na vykurovanie a ohrev TÚV, ktoré vyšli 36,6 MWh·rok⁻¹.

V tretej kapitole som si podľa dostupných informácií a zdrojov dopočítal, ako sa prejaví príprava TÚV na celkovom výkone potrebnému pre vykurovanie. Hodnota sa z pôvodných 9,577 kW navýšila na 10,327 kW. Podľa tejto hodnoty som sa orientoval pri výbere vhodného vykurovacieho zdroja, ktorý sa blíži výkonovo tejto hodnote. Najlepšie spomedzi mnou zvolených variant vyšlo na základe MCA, metódou WSA tepelné čerpadlo vzduch – voda. V porovnaní s ostatnými variantami obstálo hlavne v prevádzkových nákladoch, ktoré boli pre mňa najhlavnejšie. V závese sa držalo tepelné čerpadlo zem- voda. Najhoršie si viedli posledné dve varianty elektrokotol a podlahové vykurovanie káblami. V porovnaní s tepelnými čerpadlami mali podstatne nižšie investičné náklady ale za to oveľa vyššie prevádzkové náklady. Z môjho pohľadu je zaručená návratnosť investičných nákladov u tepelného čerpadla a to je silný argument pre počiatočne investičné náklady. To sa povedať nedá o elektrine, kde sa ekonomika prevádzky šplhá oveľa vyššie, čiže je v konečnom dôsledku nepodstatné, že počiatočné náklady sú malé v porovnaní s tepelným čerpadlom. Samozrejme som mohol porovnať iné spôsoby vykurovania, ale osobne mi boli sympatické tieto a chcel som to smerovať skôr z pohľadu ekologického, preto som do porovnania nezaradil kotly na tuhé palivo, aj keď sa výrobcovia snažia znižovať emisie.

Pri rekuperácii som postupoval skôr z hľadiska vetrania jednotlivých miestností jednotlivo lokálnymi jednotkami. Neuvažoval som centrálné systémy, pretože som to chcel orientovať smerom, čo najmenšieho zásahu do konštrukcie rodinného domu a centrálny systém by sa spojoval s dodatočnou rekonštrukciou. Navyše sú mi tieto decentralizované systémy sympatické z dôvodu jednoduchosti a komfortu. Postupne som zistil, ako je dôležitá výmena vzduchu vzhľadom na oxid uhličitý a iné škodlivé látky, ktoré sa môžu nachádzať v miestnostiach. Dôležitú úlohu tu zohráva aj vlhkosť prostredia. Z technického hľadiska je rekuperácia veľmi dobré riešenie pri zachovaní tepla a výmene odpadového vzduchu. Porovnával som 4 systémy od rôznych výrobcov podľa mnou zvolených kritérií. Najlepšie vyšla varianta Quantum Next, ale v tesnom závese viedla jednotka recoVAIR od firmy Vaillant. Ako som už uvádzal sympatické mi boli obidve, pretože recoVAIR sa dá

zosynchronizovať s tepelným čerpadlom vzduch – voda od tej istej firmy. Hlavnú úlohu pri rozhodovaní mali ale investičné náklady a jednotka od Vaillant bola drahšia.

Chladenie objektu som riešil z dvoch hľadísk a to pasívneho a za použitia klimatizácie. Ako som zistil, pasívne chladenie je výborná alternatíva a stačí používať zdravý rozum a zohľadní sa nám to na prevádzkových nákladoch, ktoré by sme inak museli vynaložiť do strojovej klimatizácie. Navrhol som však aj do jednej izby nástennú jednotku. Táto izba je orientáciou na najteplejšiu svetovú stranu a stretáva sa tu najčastejšie najväčší počet osôb. Túto jednotku som porovnával spomedzi 3 firiem a uvažoval som iba chladenie jednotky, aj keď ponúkajú i čiastočné vykurovanie. Keďže v diplomovej práci riešim aj vykurovanie a rekuperáciu sú pre mňa celkové náklady dôležité a myslím si že v tomto prípade by bolo zbytočne finančne náročné riešiť rozsiahle chladenie, kde sa prevádzkové náklady šplhajú k vykurovacím nákladom, preto som uvažoval tak, ako som uvažoval a snažil som sa aby mala podstatný úžitok aj pasívna stránka chladenia.

Pri vykurovaní teda hrajú podstatnú úlohu tepelné straty, ktoré by sa dali do budúcnosti znížiť kompletnejším zateplením, než to s ktorým uvažujem, výmenou okien a podobne. To všetko by mohli byť aspekty pre zníženie strát. Ponúka sa tu aj program zelená domácnosť, kde štát ponúka dotáciu na ekologické zdroje. Chladenie by sa dalo riešiť aj inými spôsobmi, dosahovali by sa iné výsledky. Všetko to závisí na požiadavkách investora. Diplomovú prácu zhodnocujem tak, že riešenie sa ponúka široká škála a boli by iné, ak by sa jednalo o novostavbu, nebol by potrebný taký veľký vykurovací výkon, požiadavky na výmenu vzduchu nie sú také rozdielne čo sa týka novostavby alebo rekonštrukcie. Chladenie by sa určite lepšie riešilo počas novostavby alebo vo fáze projektovania nového domu. Téma diplomovej práce je veľmi rozsiahla a určite by sa na to dalo napísať oveľa viac a nemyslím si že je to téma, ktorá by sa dala kompletne rozobrať v jednej práci.

Použité zdroje

- [1] HRADÍLEK Z. a kol.: *Elektrotepeľná technika*.
1. vyd. Praha: ČVUT. 2011. 266s. ISBN 978-80-01-0438-9
- [2] WARMUP. *Podlahové kúrenie* [online]
dostupné na WWW: <https://www.warmup.sk/podlahove-kurenie/vykurovacie-kable>
- [3] VYKUROVANIE24. *Plynové vykurovanie a jeho výhody a nevýhody* [online] dostupné na
WWW: <https://vykurovanie24.sk/magazin/vykurovanie-plynom/plynove-vykurovanie-a-jeho-vyhody-a-nevyhody/>
- [4] VIESSMANN. *Plynová kondenzačná technika*. [online]
dostupné na WWW: <https://www.viessmann.sk/sk/obytno-budovy/plynovy-vykurovaci-kotel.html>
- [5] EFEKTIVIENERGIE. *Aké jsou možnosti vytápění rodinného domu pevnými palivami*. [online]
dostupné na WWW: <https://www.efektivnienergie.cz/jake-jsou-moznosti-vytapeni-rodinneho-domu-pevnymi-palivy/>
- [6] STAVMONT. *Voda a kúrenie*. [online]
dostupné na WWW: <https://kurenie-namestovo.sk/kurenie/>
- [7] CEPTA. *Spaľovanie tuhých palív v domácnostiach SR* [online]
dostupné na WWW: <https://www.cepta.sk/attachments/article/606/08-Virgovic%20SpalovanieTuhPalivDomac-Legislat.pdf>
- [8] TUMA. *Kotel na ekohrášok* [online]
dostupné na WWW: <https://www.krby-tuma.sk/p/13046/defro-komfort-eko-lux-automaticky-kotel-na-uhlie-a-drevo-25kw>
- [9] VIESSMANN. *Princíp fungovania kotla na biomasu*. [online]
dostupné na WWW: <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/princip-fungovania-kotla-na-biomasu.html>
- [10] VIESSMAN. *Solárne systémy*. [online]
dostupné na WWW: <https://www.viessmann.sk/sk/obytno-budovy/solarne-systemy.html>
- [11] *Tepelné straty v dome* [online]. 10.10.2020 [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://vykurovanie24.sk/magazin/vykurovanie/tepelne-straty-v-dome/>
- [12] Výpočet potreby tepla pre vykurovanie a ohrev teplej vody. *Tzbinfo.cz* [online]. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapeni-a-ohrev-teple-vody>
- [13] Potreba vody a tepla pre prípravu teplej úžitkovej vody. *Tzbinfo.cz* [online]. [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody>

- [14] Najčastejšie chyby pri návrhu tepelných čerpadiel. *Energie-portal.sk* [online]. [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/najcastejsie-chyby-pri-navrhu-instalacii-tepelnych-cerpadiel-106453.aspx>
- [15] Prospekt-aerothrm plus. *Vaillant.sk* [online]. [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.vaillant.sk/downloads/product-downloads/prospekt-aerothrm-plus-062020-1820849.pdf>
- [16] Projekčné podklady arothrm plus. *Vaillant.sk* [online]. [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.vaillant.sk/downloads/product-downloads/projekcne-podklady-aerothrm-plus-1821413-1889018.pdf>
- [17] Cenník vaillant. In: *Vaillant.sk* [online]. [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://www.vaillant.sk/downloads/cenniky/cennik-vaillant-2020-1811851.pdf>
- [18] Všetko o výbere rekuperačnej jednotky. *Vetraniererekuperacia.sk* [online]. [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: https://vetraniererekuperacia.sk/index.php?route=information/information&information_id=7
- [19] Lokálna rekuperácia a kde ju použiť. *Iventilatory.sk* [online]. [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.iventilatory.sk/poradna/aktuality/vyhody-pouzitia-rekuperacnych-jednotiek/lokalna-rekuperacia-a-kde-ju-pouzit/>
- [20] Vetrание, elektrodesign. *Tzbinfo.cz* [online]. , 28 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0080/008059_vetrаниеelektrodesign.pdf
- [21] Lokálne vetracie jednotky s rekuperáciou tepla recovair var 60 1d. *Vaillant.cz* [online]. [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://www.vaillant.cz/pro-zakazniky/produkty/decentralni-rekuperacni--recovair-var-60-1-d-a-var-60-1-dw-30528.html>
- [22] Základné zásady návrhu zemného plošného zemného kolektora pre tepelné čerpadlo zem - voda. *Tzb-info.cz* [online]. [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/10178-zakladni-zasady-navrhu-plosneho-zemniho-kolektoru-pro-tepelne-cerpadlo-zeme-voda>
- [23] Prospekt- flexotherm exclusive flexocompact exclusive. *Vaillant.sk* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z <https://www.vaillant.sk/downloads/product-downloads/prospekt-flexotherm-flexocompact-2021-2045920.pdf>
- [24] Decentralne bytové vetranie. *Viessmann.sk* [online]. [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/obytne-budovy/bytove-vetrание/decentralne-bytove-vetrание/vitovent-200d.html>
- [25] Prospekt Bosch Tronic Heat 3500. *Bosch.thermotechnology.com* [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: https://www.bosch-thermotechnology.com/ocsmedia/optimized/full/o416296v272_Prospekt_Bosch_Trionic_Heat_3500_SK.pdf
- [26] Cenník Bosch. In: *Bosch.thermotechnology.com* [online]. s. 114 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: https://www.bosch-thermotechnology.com/ocsmedia/optimized/full/o416296v272_Prospekt_Bosch_Trionic_Heat_3500_SK.pdf

thermotechnology.com/sk/media/country_pool/bilder/cenniky/cennik_bosch_tt_2021_fina_l.pdf

- [27] Vykurovacie káble. *Elektricke - kurenie.sk* [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.elektricke-kurenie.sk/elektricke-vykurovacie-kable>
- [28] Elektrický ohrievač vody. *Domintex.sk* [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.domintex.sk/elektricky-ohrievac-vody-150l-tesy-bilight-bi-150h/?gclid=CjwKCAjw3pWDBhB3EiwAV1c5rDVlizw_e8d6wPqIDMEGUV-iTYcH1enOF2gC5uK3041TPSN2XhR-dBoCpQwQAvD_BwE
- [29] *Optimálny výber návrhu objektov zariadenia staveniska* [online]. 1. Javorinská 26, 080 01 Prešov: UNIVERSUM, 2016 [cit. 2021-04-04]. ISBN ISSN1339. ISSN ISSN 1339-3189. Dostupné z: http://www.mladaveda.sk/casopisy/08/08_2016_09.pdf
- [30] Viackriteriálne rozhodovanie [online]. [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2757243/>
- [31] *Inteligentné metódy pre zvýšenie spoľahlivosti elektrických sietí* [online]. In: . s. 11 [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <http://www.cs.vsb.cz/elnet/2006/present/paper-8.pdf>
- [32] Rekuperačná jednotka pre jednu miestnosť. *Regulus.sk* [online]. , 12 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.regulus.sk/download/navody/sk/rekuper.jed.pro-1-mistnost-hr30-100-w-6954.pdf>
- [33] Technický list HR 100W. In: *Regulus.sk* [online]. [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: https://www.regulus.sk/download/tech-listy/sk/technicky-list_hr-100w-a-hr-30w-6954,6955.pdf
- [34] Snímač - NL-ECO-CO2. In: *Tzbprodukt.sk* [online]. [cit. 2021-04-04]. ISBN tzbprodukt.sk. Dostupné z: <https://www.tzbprodukt.sk/produkty/meranie-a-regulacia/snimace/snimace-co2/snimac-nl-eco-co2>
- [35] Cenník- regulus. In: *Regulus.sk* [online]. [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: <https://www.regulus.sk/download/ceniky/sk/Cennik.pdf>
- [36] *Rekuperácia Zehnder* [online]. In: . [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: https://www.rekuperacia-zehnder.sk/wp-content/pdf/tp_ca70.pdf
- [37] Cenník Zehnder. In: *Zehnder.sk* [online]. [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: https://www.rekuperacia-zehnder.sk/wp-content/pdf/cennik_zehnder_042020.pdf
- [38] *Katalógový list* [online]. In: . [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: https://www.tzbprodukt.sk/attachments/ba18645ae4ccdf74dfab871d19f7adbf6785c4eb/sto-re/54681a20171ee6076ad745d79080b0007311c0db728694af2d7c0f03655b/Quantum+Next_katalogovy_list.pdf
- [39] Rekuperačná jednotka Quantum NEXT. In: *Tzbprodukt.sk* [online]. [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.tzbprodukt.sk/produkty/vzduchotechnika/lokalne-ventracie-rekuperacne-jednotky/rekuperacna-jednotka-quantum-next>

- [40] Stavba a rekonštrukcia - klimatizácia. *Môjdom.sk* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://mojdom.zoznam.sk/stavba-a-rekonstrukcia/energia/rozhodli-ste-sa-kupit-klimatizaciu-toto-by-ste-pred-jej-vyberom-mali-vediet/>
- [41] *Klimatizácia Daikin Sensira* [online]. In: . [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://www.dobraklima.sk/nastenna-klimatizacia-daikin-sensira-ftxf25b-rxf25b>
- [42] Detail produktu Samsung Wind Free Ultra AR9600. In: *Msdcompany.sk* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://www.msdcompany.sk/detail-produktu/?product_id=10789&unit_number=1&category=5&multisplit=no&min_power=0
- [43] Klimatizácie pre obytné budovy - LG. In: *Lg.sk* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://www.lg.com/sk/klimatizacie-pre-obytne-budovy/lg-S09EQ#>
- [44] Klimatizacia-lg-standard. In: *Proklima.sk* [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://proklima.sk/produkt/lg-klimatizacia-lg-standard-r32-s09eq/?utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=GOOGLE&utm_medium=cpc&utm_term=1816&gclid=Cj0KCQjwsLWDBhCmARIsAPSL3_3BjGBiXaYv8Ei6BXyaPOAnMnPch_KgV_gPSCYos4orMTAyxQO1WrQaAqwgEALw_wcB#
- [45] *Vonkajšie žalúzie Z 90* [online]. In: . [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.byvatmoderne.sk/katalog/product/291-Vonkajsie-zaluzie-Z90/>

Zoznam príloh

Príloha č.1: Pôdorys 1 prízemného podlažia

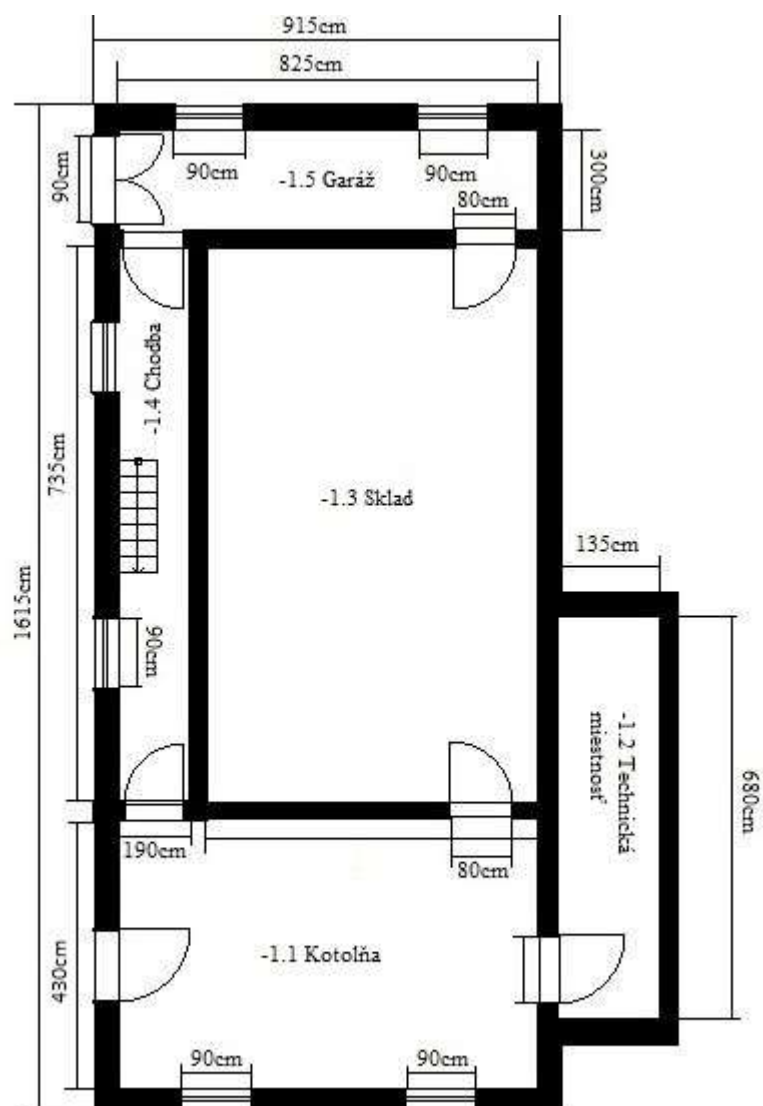
Príloha č.2: Pôdorys 1 nadzemného podlažia

Príloha č.3: 3D Animácia oboch podlaží

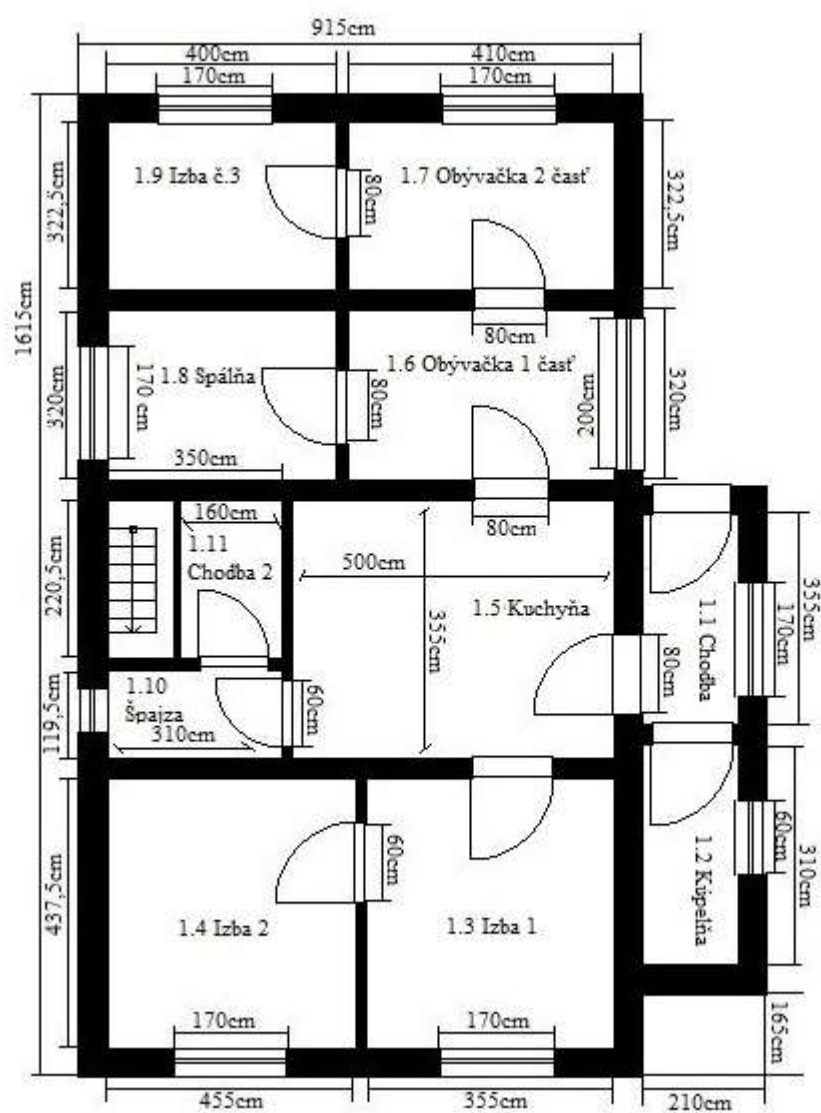
Príloha.č.4 : Cenník združenej dodávky elektriny pre odberateľov v domácnosti – Stredoslovenská distribúcia

Príloha.č.5 : Výsledná tabuľka tepelných strát z programu TechCon

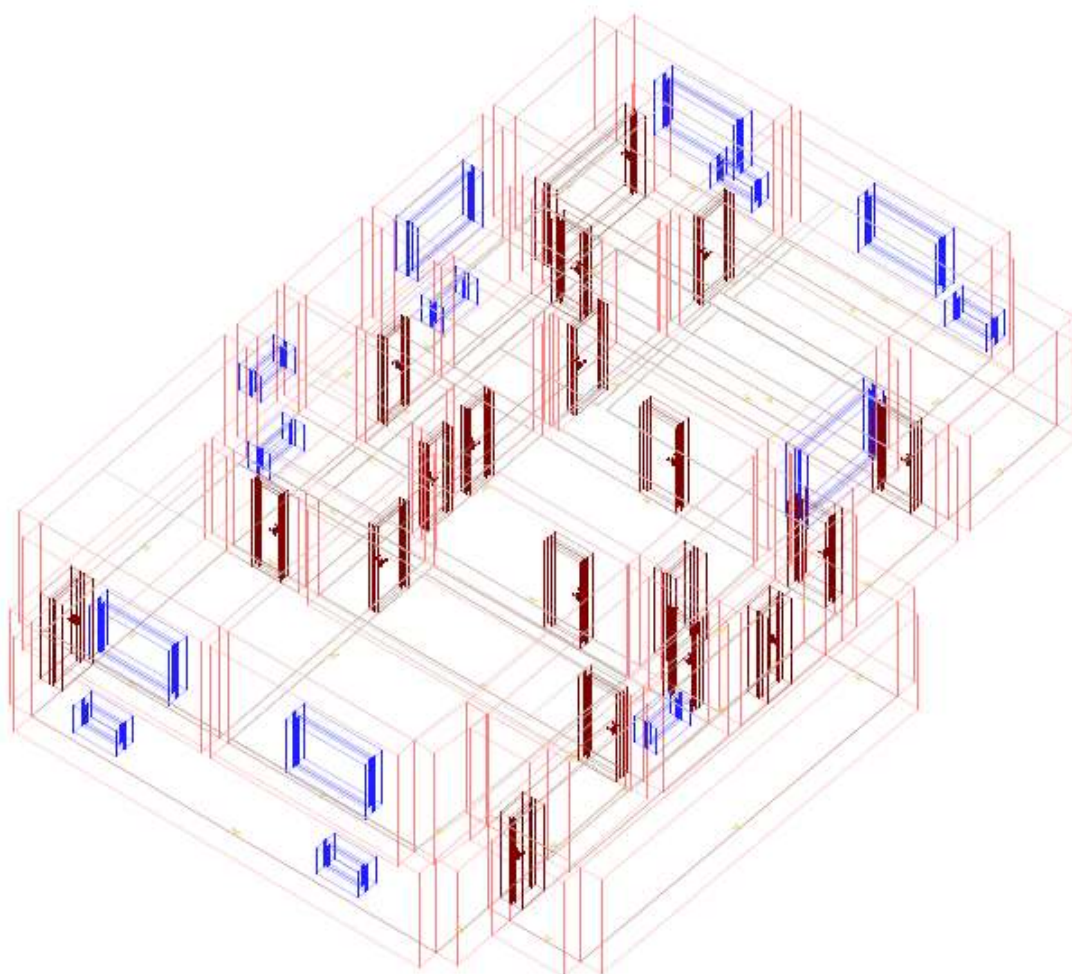
Príloha 1: Pôdorys 1. prízemného podlažia



Príloha 2 : Pôdorys 1. nadzemného podlažia



Príloha č.3: 3D Animácia oboch podlaží



**Príloha.č.4 : Cenník združenej dodávky elektriny pre odberateľov v domácnosti
– Stredoslovenská distribúcia**

ŠTRUKTÚRA SADZIEB	
Sadzba	Charakteristika sadzby
DD1	Vhodná pre odberné miesta s ročnou spotrebou elektriny nižšou ako 1 631 kWh.
DD2	Vhodná pre odberné miesta s ročnou spotrebou elektriny vyššou ako 1 631 kWh.
DD3	Vhodná pre odberné miesta s podstatnou časťou spotreby elektriny v NT, ktorá je poskytovaná 8 hodín denne. Intervaly poskytovania NT sú fixné a aspoň jeden interval je v trvaní minimálne tri hodiny.
DD4	Vhodná pre odberné miesta s elektrickým akumulárnym vykurovaním a elektrickým akumulárnym ohrevom vody a pre OM s nabíjacou stanicou. NT je poskytovaná 8 hodín denne.
DD5	Vhodná pre odberné miesta s elektrickým priamovýhrevným vykurovaním a s operatívnym riadením času platnosti NT, ktorá je poskytovaná minimálne 20 hodín denne.
DD6	Vhodná pre odberné miesta s tepelným čerpadlom, s operatívnym riadením času platnosti NT, ktorá je poskytovaná 22 hodín denne.
DD7	Vhodná pre odberné miesta s víkendovým režimom, NT je poskytnutá celoročne od piatka 15.00 hod. do pondelka 6.00 hod.
DD8	Vhodná pre odberné miesta s elektrickým akumulárnym vykurovaním a elektrickým akumulárnym ohrevom vody s minimálnym inštalovaným výkonom 6 kW, s operatívnym riadením času platnosti NT. NT je poskytovaná 8 hodín denne.

PREHLAD KONCOVÝCH CIEN ELEKTRINY									
Sadzba	Mesačná platba OM/mesiac			VT			NT		
	EUR bez DPH	DPH 20 %	EUR s DPH	Koncové ceny elektriny bez DPH	DPH 20 %	Koncové ceny elektriny s DPH	Koncové ceny elektriny bez DPH	DPH 20 %	Koncové ceny elektriny s DPH
DD1	1,8600	0,3720	2,2320	0,1506797	0,0301359	0,1808156	-	-	-
DD2	7,0000	1,4000	8,4000	0,1128697	0,0225739	0,1354436	-	-	-
DD3	11,5100	2,3020	13,8120	0,1049297	0,0209859	0,1259156	0,0847697	0,0169539	0,1017236
DD4	7,3300	1,4660	8,7960	0,1260097	0,0252019	0,1512116	0,0860797	0,0172159	0,1032956
DD5	10,9500	2,1900	13,1400	0,1607197	0,0321439	0,1928636	0,0907797	0,0181559	0,1089356
DD6	10,9500	2,1900	13,1400	0,1612397	0,0322479	0,1934876	0,0895097	0,0179019	0,1074116
DD7	1,8600	0,3720	2,2320	0,1652497	0,0330499	0,1982996	0,1408397	0,0281679	0,1690076
DD8	platné do 31. 3. 2021:			0,1306097	0,0261219	0,1567316	0,0720597	0,0144119	0,0864716
	1,9000	0,3800	2,2800						
	platné od 1. 4. 2021:								
	7,3300	1,4660	8,7960	0,1306097	0,0261219	0,1567316	0,0720597	0,0144119	0,0864716

Príloha .č.5 : Výsledná tabuľka tepelných strát z programu TechCon

Výpočet tepelných strát (EN 12831)

Súbor Bilancie

Budova Miestnosť

$\theta_a = -15$ °C $\theta_{m,s} = 3.4$ °C

Č.	Č.m.	Účel miestnosti	$\theta_{int,i}$ [°C]	A_i [m ²]	V_i [m ³]	q_i [-]	$V'_{int,i}$ [m ³ /h]	$V'_{su,i}$ [m ³ /h]	θ_{su} [°C]	$V'_{ex,i}$ [m ³ /h]	$V'_{mech...}$ [m ³ /h]	$V'_{su,zm}$ [m ³ /h]	V'_i [m ³ /h]	n [1/h]	n_{min} [1/h]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]	V'_{iv} [m ³ /h]	$\Phi_{v,i}$ [W]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$f_{n,i}$ [-]	$\Phi_{RH,i}$ [W]	$\Phi_{HL,i}$ [W]
1	-1.1	Kotolňa	7.0	39.76	83.49	1.0	35.1	-	-	-	-	-	35.1	0.4	0.5	41.7	41.7	312	-2460	1.00	0	-2148
2	-1.2	Technická miestnosť	12.0	10.84	22.77	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	11.4	11.4	104	-104	1.00	0	0
3	-1.3	Sklad	15.0	56.04	117.51	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	58.8	58.8	599	-775	1.00	0	-176
4	-1.4	Chodba	15.0	6.17	12.34	1.0	5.2	-	-	-	-	-	5.2	0.4	0.5	6.2	6.2	63	549	1.00	0	612
5	-1.5	Garáž	15.0	20.87	43.82	1.0	18.4	-	-	-	-	-	18.4	0.4	0.5	21.9	21.9	223	272	1.00	0	495
6	1.1	Chodba	20.0	4.73	11.82	1.0	5.0	-	-	-	-	-	5.0	0.4	0.5	5.9	5.9	70	540	1.00	0	610
7	1.10	Špajza	15.0	4.40	10.99	1.0	3.1	-	-	-	-	-	3.1	0.3	0.5	5.5	5.5	56	-52	1.00	0	4
8	1.11	Chodba	20.0	6.79	16.97	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	8.5	8.5	101	403	1.00	0	504
9	1.2	Kúpeľňa	24.0	5.28	13.21	1.0	3.7	-	-	-	-	-	3.7	0.3	0.5	6.6	6.6	88	750	1.00	0	838
10	1.3	Izba.1	20.0	18.31	45.78	1.0	12.8	-	-	-	-	-	12.8	0.3	0.5	22.9	22.9	272	1584	1.00	0	1856
11	1.4	Izba	20.0	19.30	48.26	1.0	13.5	-	-	-	-	-	13.5	0.3	0.5	24.1	24.1	287	1803	1.00	0	2090
12	1.5	Kuchyňa	20.0	16.43	41.08	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	20.5	20.5	244	787	1.00	0	1031
13	1.6	Obývačka	20.0	11.77	28.25	1.0	7.9	-	-	-	-	-	7.9	0.3	0.5	14.1	14.1	168	275	1.00	0	443
14	1.7	Obývačka	20.0	11.07	27.69	1.0	7.8	-	-	-	-	-	7.8	0.3	0.5	13.8	13.8	165	892	1.00	0	1057
15	1.8	Spálňa	20.0	11.69	29.22	1.0	8.2	-	-	-	-	-	8.2	0.3	0.5	14.6	14.6	174	793	1.00	0	967
16	1.9	Izba	20.0	23.78	59.44	1.0	16.6	-	-	-	-	-	16.6	0.3	0.5	29.7	29.7	354	1037	1.00	0	1391
17	2.1	Povala	11.3	178.77	438.14	1.0	184.0	-	-	-	-	-	184.0	0.4	0.5	219.1	219.1	1960	-1959	1.00	0	1
Spolu:				446.0	1050.8			0.0		0.0	0.0							5242	4335		0	9577

Výsledky

Φ_T - Súčet tepelných strát prechodom tepla všetkých vykurovaných priestorov (okrem tepla šíriaceho sa vnútri budovy - napr. tepelné straty medzi jednotlivými bytmi)

Φ_V - Tepelné straty vetraním všetkých vykurovaných priestorov ($\Sigma V_i = 0.5 \cdot \Sigma V'_{int,i} + \Sigma V'_{su,i} + \Sigma V'_{su,zm} + \Sigma V'_{mech,i}$)

Φ_{RH} - Súčet tepelných príkonov na zakúrenie všetkých vykurovaných priestorov potrebný na vyrovnanie vplyvu prerušovaného vykurovania

Φ_{HL} - Projektovaný tepelný príkon pre celú budovu

Projektovaný tepelný príkon nie je súčtom tepelných strát miestností. Nezapočítava teplo, ktoré sa šíri prechodom alebo vetraním vo vnútri obalových konštrukcií, napr. tepelné straty medzi jednotlivými bytmi.

Pre celú budovu sa tiež počíta menší objemový tok vzduchu (pre straty vetraním), podľa vzorca: $\max(0.5 \cdot \Sigma V'_{int,i}, \Sigma V'_{min,i})$

$\Phi_T = 4335$ W
 $\Phi_V = 5242$ W
 $\Phi_{RH} = 0$ W
 $\Phi_{HL} = 9577$ W